

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

MOLDE DE INYECCIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE TAPÓN PARA
BOTELLAS

Trabajo de titulación para optar al título
de técnico universitario en DISEÑO Y
PRODUCCION DE MOLDES Y
MATRICES

Alumnos:

Joan Couusy Queupil

Elías Habash Bernabeu

Profesor Guía:

Ricardo Ciudad Cartagena

Profesor Correferente:

Claudio Bahamondes Riquelme

RESUMEN

KEYWORDS: MOLDE DE INYECCIÓN - TAPÓN PARA BOTELLAS -
PVC FLEXIBLE

El presente proyecto tiene la finalidad de exponer el desarrollo tanto en lo teórico como en lo práctico para poder llevar a cabo el proceso de fabricación de un molde de inyección de plástico y producir tapones para botellas que cumplan con la funcionalidad de conservar la frescura que contengan las botellas una vez abiertas y no se puedan volver a tapar ya que se pierden las tapas o son tapas coronas

También el proyecto se enfoca en los estudios de diseño, los cálculos importantes e indispensables para la fabricación del producto, como lo son por ejemplo los cálculos de fuerzas implicadas en el moldeo del producto como la fuerza de cierre, peso específico, tiempo de moldeo, enfriamiento, etc.

También se mostrará el proceso de fabricación del molde, un aspecto importante donde se corrobora y se trabaja en base a los cálculos sacados previamente.

Mediante imágenes se mostrará lo que se hizo, desde materiales en bruto hasta sus mecanizados respectivos.

El último punto y no menos importante con el que cuenta este proyecto son los costos relacionados con la fabricación del producto, en general todos sus procesos desde los ítems de diseño, materia prima, costos de maquinarias, mecanizados y cálculos de precio del producto.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

CAPÍTULO 1: TAPÓN PARA BOTELLAS

1.1. CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

1.2. PROTOTIPOS

1.2.1. Prototipo 1

1.2.2. Prototipo 2

1.3. DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES

1.4. PRODUCTOS SIMILARES EN EL MERCADO

1.5. MATERIAL DEL TAPÓN

1.6. MÉTODO DE OBTENCIÓN DEL PRODUCTO

1.7. MOLDEO POR INYECCIÓN

1.7.1. Ciclo de inyección

1.8. MÁQUINA INYECTORA.

CAPÍTULO 2: DISEÑO DEL MOLDE

2. DISEÑO Y CÁLCULOS DEL MOLDE

2.1. FUNCIÓN DEL MOLDE

2.1.1. Proceso de inyección del PVC

2.2. DISEÑO Y CÁLCULO DE PIEZAS A FABRICAR

2.3. CAVIDADES

2.3.1. Número de cavidades

- 2.3.2. Disposición de piezas en el molde
- 2.3.3. Canal de alimentación
- 2.3.4. Punto de inyección
- 2.3.5. Placa cavidad inferior
- 2.3.6. Placa cavidad superior
- 2.3.7. Diseño de los postizos
- 2.4. SISTEMA DE EXTRACCIÓN
 - 2.4.1. Placas porta botadores
 - 2.4.2. Botadores
- 2.5. CÁLCULOS DE FUERZAS EN EL MOLDE
 - 2.5.1. Fuerza expansiva y fuerza de cierre
 - 2.5.2. Tiempo de llenado
 - 2.5.3. Tiempo de enfriamiento de la pieza
 - 2.5.4. Cálculos de presión en la cavidad

CAPÍTULO 3: FABRICACIÓN

- 3. FABRICACIÓN
 - 3.1. PROSESOS DE MECANIZADOS
 - 3.1.1. Mecanizado de placas
 - 3.2. MECANIZADO PLACA LADO BOTADORES (INFERIOR)
 - 3.3. MECANIZADO PLACA LADO INYECCIÓN (SUPERIOR)
 - 3.3.1. Mecanizado placa lado inyección cara inferior
 - 3.4. MECANIZADO DE POSTIZOS (NÚCLEOS)
 - 3.4.1. Operaciones en centro de mecanizado CNC
 - 3.5. MECANIZADOS SISTEMA DE EXTRACCIÓN
 - 3.5.1. Placas porta botadores (extractoras)
 - 3.6. MONTAJE Y PRUEBA DE MOLDE
 - 3.7. RESULTADO DEL PRODUCTO

CAPÍTULO 4: COSTOS

4. COSTOS DE CREACIÓN DE MOLDE

4.1. COSTO

4.1.1. Costos variables

4.1.2. Costos fijos

4.2. COSTO DE FABRICACIÓN DEL MOLDE

4.2.1. Costos de diseño

4.2.2. Costos de materiales

4.2.3. Costos mecanizados

4.3. COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN

4.4. COSTO DE PRODUCCIÓN

4.4.1. Costo de la pieza en base al costo de fabricación

4.4.2. Costo de materia prima

4.4.3. Costo de producción en maquina inyectora

4.4. Precio de venta por pieza

4.5. Punto de equilibrio

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1-1. Tapón de PVC para botellas
- Figura 1-2. Prototipo 1 del tapón
- Figura 1-3. Prototipo 2 del tapón
- Figura 1-4. Postizo para insertar
- Figura 1-5. Plano vista superior del tapón
- Figura 1-6. Plano vista lateral del tapón
- Figura 1-7. Productos similares
- Figura 1-8. Productos similares
- Figura 1-9. Productos similares
- Figura 1-10. Cierre del molde e inicio de la inyección
- Figura 1-11. Inyección del material
- Figura 1-12. Aplicación de presión de sostenimiento
- Figura 1-13. Plastificación del material
- Figura 1-14. Enfriamiento de la pieza
- Figura 1-15. Máquina inyectora Intertech
- Figura 2-1. Desglose del molde completo
- Figura 2-2. Molde ensamblado
- Figura 2-3. Funcionamiento del molde
- Figura 2-4. Propiedades del tapón
- Figura 2-5. Disposición definitiva de la pieza
- Figura 2-6. Canal de alimentación
- Figura 2-7. Canal de estrangulamiento
- Figura 2-8. Cavidad inferior con cotas
- Figura 2-9. Cavidad inferior en software SolidWorks

Figura 2-10. Cavity superior

Figura 2-11. Placa cavity superior(vista superior y corte transversal)

Figura 2-12. Medidas del núcleo

Figura 2-13. Conjunto de extracción

Figura 2-14. Placas porta botadores

Figura 2-15. Placa porta botadores superior

Figura 2-16. Placa porta botadores inferior

Figura 2-17. Botador de 6mm

Figura 2-18. Botador de 8mm

Figura 3-1. Refrentado de placas en torno convencional

Figura 3-2. Cilindrado de placas en torno convencional

Figura 3-3. Mecanizado de placas en fresa convencional

Figura 3-4. Simulación del mecanizado de vaciado en programa Cimco Edit

Figura 3-5. programa de mecanizado placa cavity inferior

Figura 3-6. Vaciado en centro de mecanizado CNC

Figura 3-7. Placa cavity inferior

Figura 3-8. Placa cavity inferior (lado superior)

Figura 3-9. Simulación de programa Z rough

Figura 3-10. Programa de mecanizado placa cavity superior

Figura 3-11. Simulación de mecanizado del programa contorneado

Figura 3-12. Programa de mecanizado contorneado final placa cavity superior

Figura 3-13. Placa lado inyección (lado inferior)

Figura 3-14. Mecanizado de postizos en torno

Figura 3-15. Seteo cero piezas del núcleo en centro de mecanizado CNC

Figura 3-16. Seteo largo de herramienta en centro de mecanizado CNC

- Figura 3-17. Mecanizado fresa plana de 3mm
- Figura 3-18. Mecanizado fresa esférica de 3mm
- Figura 3-19. Mecanizado Helicoidal del cuerpo del núcleo
- Figura 3-20. Refrentado y cilindrado base de los núcleos ya cortados
- Figura 3-21. Núcleos terminados
- Figura 3-22. Montaje de núcleos
- Figura 3-23. Placa con postizos insertados
- Figura 3-24. Placa extractora superior
- Figura 3-25. Definición largo botadores en esmeril
- Figura 3-26. Montaje molde abierto en máquina inyectora
- Figura 3-27. Montaje molde cerrado en máquina inyectora
- Figura 3-28. Resultado de la producción
- Figura 3-29. Prueba de funcionalidad

ÍNDICE DE FÓRMULAS

- Fórmula 2-1. Cálculo de número de cavidades
- Fórmula 2-2. Canal de alimentación
- Fórmula 2-3. Canal de alimentación
- Fórmula 2-4. Fuerza expansiva del molde
- Fórmula 2-5. Tiempo de llenado
- Fórmula 2-6. Tiempo de enfriamiento de la pieza
- Fórmula 2-7. Cálculo de pandeo de botadores
- Fórmula 4-1. Valor pieza
- Fórmula 4-2. Número de piezas por hora
- Fórmula 4-3. Valor máquina por hora
- Fórmula 4-4. Valor total máquina
- Fórmula 4-5. Valor por pieza
- Fórmula 4-6. Precio de venta

Fórmula 4-7. Punto de equilibrio

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1.	Tabla de coeficiente de dilatación
Tabla 1-2.	Características mecánicas del PVC
Tabla 1-3.	Costo del material
Tabla 1-4.	Ficha técnica Máquina inyectora intertech 60
Tabla 4-1.	Costo de diseño
Tabla 4-2.	Costo de planos
Tabla 4-3.	Valor de materiales empleados a fabricar
Tabla 4-4.	Valor de materiales normalizados
Tabla 4-5.	Mecanizados en torno convencional
Tabla 4-6.	Costo mecanizado en fresa convencional
Tabla 4-7.	Costo en mecánica de banco
Tabla 4-8.	Costo en maquina centro de mecanizados en CNC
Tabla 4-9.	Costos totales
Tabla 4-10.	Costos materia prima

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

A. SIGLAS

a	:	Ancho
A	:	Área
Ap	:	Área proyectada de la pieza y canales de llenado
CAD	:	Computer Aided Desing (Dibujo Asistido por Computador)
CAM	:	Computer Aided Machining (Mecanizado asistido por Computador)
CANT.	:	Cantidad
CMI	:	Costo del Molde de Inyección
CNC	:	Control Numérico Computarizado
CTD	:	Costo Total de Diseño
D	:	Densidad
DIN	:	Deutsches Institutfür Normung (Instituto Alemán de Normalización)
e	:	Espesor
ej.	:	Ejemplo
Em	:	Espesor máximo
etc.	:	Etcétera
Fc ₁	:	Fuerza de cierre
Fe ₁	:	Fuerza expansiva
Ft	:	Fuerza axial
IVA	:	Impuesto al Valor Agregado
JMC	:	José Miguel Carrera
L	:	Largo
Ltda.	:	Limitada
máx	:	Máximo
mín	:	Mínimo
Nº	:	Número

n	:	Número de piezas
Pe	:	Presión de inyección
PET	:	Polietileno tereftalato
Pf	:	Presión final a utilizar
Piny	:	Presión de inyección
PP	:	Polipropileno
Pp	:	Peso de la pieza
q	:	Carga repartida en la placa
Ti	:	Tiempo de inyección
Ts	:	Tiempo mínimo de enfriamiento
T°	:	Temperatura de moldeo
SAE	:	Society Automotive Engieniers (Sociedad de Ingenieros Automotrices)
USM	:	Universidad Santa María
UTFSM	:	Universidad Técnica Federico Santa María
v	:	Volumen
W	:	Whitworth
www	:	World Wide Web (Red Informática Mundial)
x	:	Multiplicación
.cl	:	Dominio de nivel superior geográfico para Chile
.com	:	Dominio de nivel superior geográfico para empresas comerciales
Ø	:	Diámetro
%	:	Porcentaje
\$	:	Unidad monetaria chilena
Φ	:	Difusividad térmica
μ	:	Viscosidad
$\sqrt{\quad}$	:	Raíz cuadrada
$\sqrt[4]{\quad}$	:	Raíz de índice cuatro

B. SIMBOLOGÍA

A1	:	Formato de papel, DIN 476 (594 x 841 mm)
A2	:	Formato de papel, DIN 476 (420 x 594 mm)
A3	:	Formato de papel, DIN 476 (297 x 420 mm)
A4	:	Formato de papel, DIN 476 (210 x 297 mm)
° C	:	Grados Celsius
C	:	Carbono
cm	:	Centímetro
cm ²	:	Centímetro al cuadrado
cm ² /s	:	Centímetro al cuadrado dividido por segundo
cm ³	:	Centímetro cúbico
cm ³ /s	:	Centímetro cúbico dividido por segundo
Cr	:	Cromo
Cu	:	Cobre
Fe	:	Hierro
g	:	Gramo
g/cm ³	:	Gramo dividido por centímetro cúbico
g/s	:	Gramo dividido por segundo
h	:	Hora
hp	:	Horse power (Caballo de fuerza)
J	:	Joule
J/ (kg x K)	:	Joule dividido en kilogramo por Grado Kelvin
kg	:	Kilogramo
kg/cm ²	:	Kilogramo dividido por centímetro cuadrado
kg/cm ³	:	Kilogramo dividido por centímetro cúbico
kg/dm ³	:	Kilogramo dividido por decímetro cúbico
kg x m	:	Kilogramo por metro
kg/m	:	Kilogramo dividido por metro
kg/mm ²	:	Kilogramo dividido por milímetro cuadrado
kg/mm ³	:	Kilogramo dividido por milímetro cúbico

kgf	:	Kilogramo fuerza
kgf/mm ²	:	Kilogramo fuerza dividido por milímetro cuadrado
kp	:	Kilopondio
m	:	Metro
mm	:	Milímetro
mm ²	:	Milímetro cuadrado
mm ³	:	Milímetro cúbico
Mn	:	Manganeso
Mo	:	Molibdeno
MPa	:	Mega Pascal
N	:	Newton
N/mm ²	:	Newton dividido por milímetro cuadrado
Pa	:	Pascal
Pb	:	Plomo
pulg	:	Pulgada
s	:	Segundo
ton	:	Tonelada
π	:	Constante pi
° C	:	Grado Celsius

INTRODUCCIÓN

La fabricación de un molde de inyección de plástico para la producción de tapones nace de la idea de querer rediseñar un producto ya existente en el mercado, cumplen las mismas funciones, pero se modificará su aspecto, lo que lo hará más llamativo para el público.

Es muy común que, si se desea guardar un envase de refresco, jugo, cerveza, vino, etc. se derramen o pierdan la frescura y el gas si es que se perdió o quedo inutilizable la tapa, por lo general pasa con los envases con tapas roscas, corchos, es por eso que se buscó satisfacer la necesidad de tapar las botellas con este tapón llamativo.

El proyecto también tiene un desafío personal que es poder llevar a cabo todas las habilidades adquiridas en el tiempo invertido estudiando la Carrera Técnica Universitaria en Diseño y fabricación industrial de moldes y matrices.

Este producto debe cumplir con ciertas exigencias para poder ser aceptado por la gente e introducido en el mercado como su perfecto funcionamiento, calidad superficial y diseño innovador

OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS

▪ OBJETIVO GENERAL

Diseñar y fabricar los distintos componentes necesarios para el moldeo del producto en base al portal molde utilizado para la producción que ya está fabricado usando todas las habilidades adquiridas, cuya finalidad de obtener un tapón y que cumpla con la función requerida

▪ OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Obtener el producto mediante el proceso de la inyección de plástico
- Fabricar las placas cavidades con sus respectivos postizos(núcleos) que son los que le dan el diseño innovador al producto y el sistema de extracción de la pieza para el molde
- Evaluar y analizar los distintos tipos de costos involucrados directamente en el proceso completo que consta con la etapa de diseño y fabricación

CAPÍTULO 1: TAPÓN PARA BOTELLAS

1. TAPÓN DE PVC FLEXIBLE PARA BOTELLAS

La pieza a fabricar corresponde a un tapón de plástico PVC no toxico ya que estará en contacto directo con el líquido de la botella. Este producto cumple con la función principal de tapar el envase del refresco, bebestible, botellas de vino, etc... Para mantener el sabor y concentrar el líquido y gases en su interior. Además, se presentó que en la parte superior de la pieza, ósea donde se encuentre la cabeza o en otras palabras básicas por donde se toma el tapón, se obtengan diferentes diseños gracias a un acoplamiento de postizo que son los que le dan el diseño para así darle diversificación al producto y que atraiga a un mayor mercado.

En el diseño actual se planteó el diseño de una rueda de automóvil con el fin de darle una estética que atraiga al público masculino o femenino con gustos por los autos y generar un producto donde la venta de este se genere sin mayores contratiempos. El peso del producto será aproximadamente a 16,4 gramos cada unidad.

Las principales características con las que cuenta este producto son:

- Diseño innovador: la idea principal del tapón es que sea un diseño que llame la atención del cliente y se atractivo a la vista, que sea un producto en cierta parte único en lo que respecta al diseño de producto.
- Espacio para publicidad u diversidad de diseños: como bien se dijo anteriormente el producto contará con un diseño de la rueda de un auto, pero también es posible cambiarlo, para ello se modifica un elemento que es intercambiable dentro del molde, en las placas cavidades que van con un inserto y así poder obtener distintos diseños para gusto diferentes.
- Económico: la idea principal de este producto es básicamente que sea accesible a cualquier persona, es por eso que se busca que sea lo suficientemente económico como para cubrir los gastos de fabricación, pero a la vez que pueda tener mayor alcance comercial.



Figura1-1. Tapón de PVC

Fuente: elaboración propia

1.1. **CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES**

Este producto básicamente se enfoca en el impacto visual que llame la atención del cliente, que sea un elemento transportable e utilizable en cualquier momento, y como será de un material flexible, es difícil que se rompa en caso de caídas o ser pisado.

Cabe destacar que productos como este existen en el mercado, no son todos iguales en cuanto al diseño, es por eso que se le rediseño la parte de la cabeza del tapón, la que queda a la vista cuando es introducido en las botellas. Ya que está pensado como se dijo anteriormente para el público que tenga un gusto por los automóviles, se piensa en general que puede ser un producto de promoción, es decir, el molde tendrá la posibilidad de modificar constantemente el diseño de la cabeza, es por eso que en caso de algún proyecto u otra idea innovadora que se encargue para otro tipo de público es posible cambiar el diseño de la rueda de auto por lo que realmente se quiera promocionar, lo único que restringe al diseño nuevo es que debe cumplir con las dimensiones circulares que tiene el tapón en su cabeza sin contar los rayos de la rueda, es por eso que se fabricó en base a postizos intercambiables insertados dentro de la placa cavidad.

Básicamente, este producto cumple con la función de corcho para cualquier tipo de botellas que se requiera tapar, aunque está restringido al diámetro del tapón, pero como este será de un material flexible se puede adecuar a diámetros de botellas pequeños al diseñado. Por dar un ejemplo de la utilidad del producto se podría mencionar el caso de una botella de vino descorchada, se piensas guardar para otra ocasión o las cervezas que usan tapas coronas, al ser abiertas estas quedan dobladas e inutilizables, es ahí donde entra a satisfacer la necesidad este producto, además es completamente reutilizable, es de fácil transporte o simplemente para mantenerlo en casa.

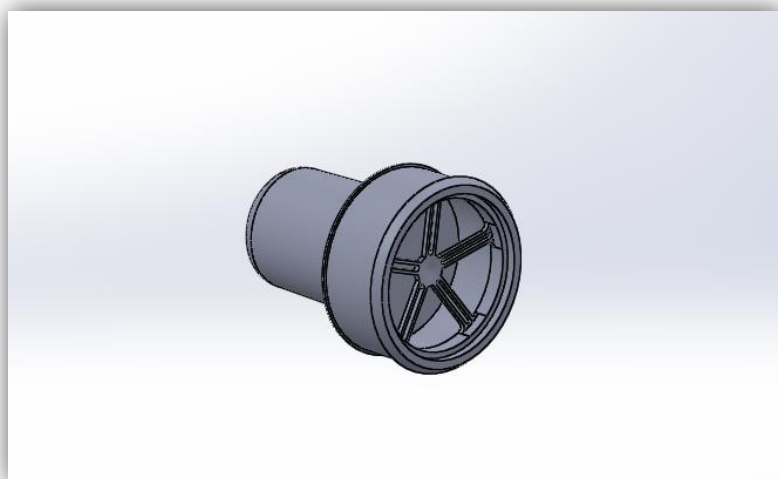
1.2. PROTOTIPOS

En este segmento se verán los distintos tipos de cambios que se presentaron en el diseño de la pieza a lo largo de su estudio pasando de formas rectas y bruscas, algunas más factibles de fabricar que otras.

La parte superior del tapón la que queda a la vista una vez que el tapón se usa y se introducido en la botella es la que se modificó en cuanto a diseño que se definió como la rueda de un auto con suavizado de cantos para su estructura llena de curvas que llame la atención y principalmente la mayoría de los cambios que se hicieron fueron pensados en que la fabricación sea menos complicada y su mecanización sea lo más factible y posible, siempre pensando en la estética del producto que finalmente será lo que llame la atención del comprador.

1.2.1. Prototipo 1

En la figura 1-2 se muestra lo que fue el producto en su primera etapa de diseño como prototipo, buscando siempre el mismo tipo de mercado y comprador, solo que la dificultad de mecanizado y los ángulos opuestos que tenía el diseño iban a provocar una retención en la cavidad a la hora de la extracción de la pieza iba a ser imposible que se pudiera extraer de forma normal mediante los extractores del molde, es por eso que su diseño fue descartado, ya que además se habría que optado por insertar demasiados postizos dentro de la cavidad y se quiso cambiar por algo más sencillo y bonito respecto a la estética

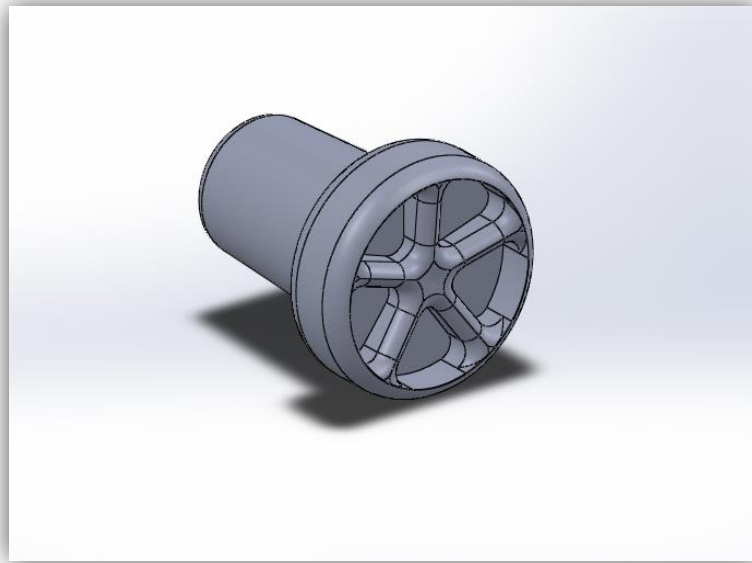


Fuente: elaboración propia mediante SolidWorks

Figura 1-2. Prototipo 1 del tapón

1.2.2. Prototipo 2

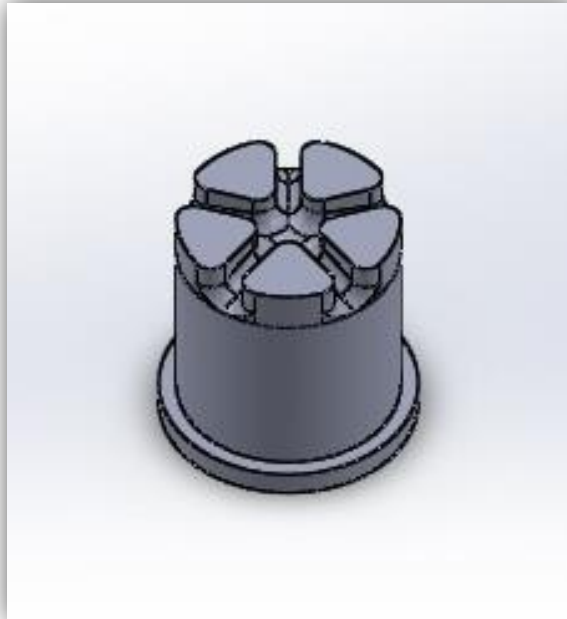
Después de corregir los errores de construcción de la pieza anterior se llega a este diseño el cual mejoro su aspecto y posibilidad de mecanizarlo mediante un postizo en lo que respecta a la cabeza del tapó que era el lugar donde habría retención anteriormente y lo demás que respecta al cono que encaja en los golletes de las botellas se mantuvo igual y se fabricara mediante mecanizado en CNC



Fuente: elaboración propia mediante SolidWorks

Figura 1-3. Prototipo 2 del tapón

Para poder llegar a fabricar este producto, como se mencionó anteriormente se le insertaran postizos que son los que le dará el diseño en particular. En la figura 1-4 se puede apreciar el postizo que se usará.

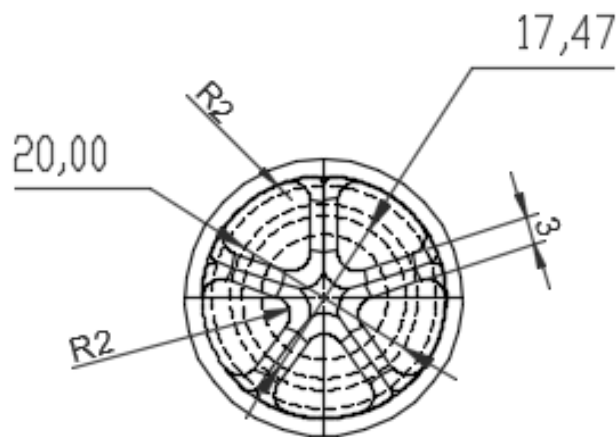


Fuente: elaboración propia mediante SolidWorks

Figura 1-4. Postizo para insertar

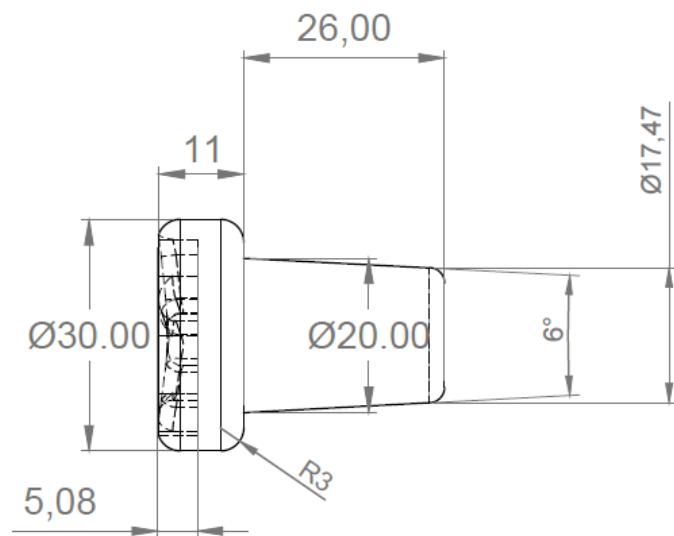
1.3 DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES

Para determinar las dimensiones de la pieza es importante tener consiente las dimensiones de las botellas, al no ser todas iguales y existe un sinfín de medidas de botellas distintas, pero se toma una referencia en las botellas de vidrio en general, se evalúa el diámetro de los golletes que está entre los 16 y los 18 mm de diámetro.



Fuente: elaboración propia mediante software
AutoCAD 2013

Figura 1-5. Vista superior tapón de



Fuente: elaboración propia mediante software AutoCAD 2013

Figura 1-6. Vista lateral tapón de PVC

1.4 **PRODUCTOS SIMILARES EN EL MERCADO**

La verdad es que navegando por internet o simplemente si se visita un supermercado se podrá uno dar cuenta de la infinidad de productos similares que hay en el mercado con un sinnúmero de diseños para todo público, la mayoría son caros aunque se encuentran productos muy similares a este como algunos otros bastante ingeniosos, ya sea para hombre, mujer, niño, niña etc., pero todos cumplen la misma función de corcho o tapón de botellas.



Fuente: <http://www.listado.mercadolibre.cl/cocina-tapa-botellas-silicona.->

Figura 1-7. Productos similares



Fuente: http://articulo.mercadolibre.cl/MLC-433558311-tapas-para-botella-morph-pack-x-5-_JM

Figura 1-8. Productos similares en el mercado



Fuente: http://articulo.mercadolibre.cl/MLC-433558311-tapas-para-botella-morph-pack-x-5-_JM

Figura 1-9. Productos similares en el mercado

Como se puede apreciar en las figuras 1-7, 1-8 y 1-9 existen muchos tipos de tapas o tapones para botellas, es por eso que se decidió por hacer un diseño no visto en el mercado, bastante innovador y con un gran grupo de personas como compradores seguros que son los hombres, mujeres y adolescentes con gusto en los autos, claramente cumplen la misma función.

1.5 MATERIA PRIMA DEL TAPÓN PARA BOTELLAS

La elección del material del producto es un factor bastante importante ya que en base a la materia prima que se quiere ocupar para la producción del producto se diseñan las cavidades respecto a la contracción que otorga el peso específico y la maquina inyectora que se quiera ocupar, además el producto tiene que cumplir con los estándares requeridos y por eso se tiene que ser cuidadoso a la hora de elegir el material, una mala elección del plástico a utilizar puede provocar un mal desempeño del producto cuando quiera cumplir su función básica.

Como se mencionó previamente este producto es un tapón para botellas y por ende debe cumplir con el sellar el paso de aire y la salida de gases del envase, es por eso que se pretende un perfecto acampamiento del tapón en el gollete, al estar en contacto con el líquido es importante que el polímero sea completamente atoxico para el ser humano.

Es por eso que el material escogido para la producción del tapón de botellas es un PVC flexible, no atoxico claramente por las especificaciones mencionadas anteriormente que estará en contacto con alimentos o bebestibles, la principal característica del PVC cabe directamente en que el producto una vez inyectado tendrá una flexibilidad, esto hará que se acople bien al vaciado del gollete, ya que si el producto fuera rígido además de que probablemente se rompa, esto le dará características amoldables a distintos tipos de botellas.

➤ En la industria existen dos tipos:

- rígidos: para envases, ventanas, tuberías, las cuales han reemplazado en gran medida al hierro (que se oxida más fácilmente).
- flexibles: cables, juguetes y muñecas actuales, calzados, pavimentos, recubrimientos, techos tensados.

El PVC se caracteriza por ser dúctil y tenaz; presenta estabilidad dimensional y resistencia ambiental.

1.5.1. Tabla coeficiente de dilatación

Densidad	1,37 a 1,42 Kg/dm. ³
Coeficiente de dilatación lineal	0,000.060 a 0.000.080 m/°C/m.
Temperatura de ablandamiento	> 80 C°.
Módulo de elasticidad a 20° C	> 28.000 Kg./cm. ²
Tensión de rotura a tracción	> 500 Kg./cm. ²

Tabla 1-1, coeficiente de dilatación de PVC flexible

1.5.2. Características mecánicas

Propiedad	Valor	unidad
Tensión de diseño	100	kg/cm ²
Resistencia a la tracción	450 a 550	kg/cm ²
Resistencia a la compresión	610	kg/cm ²
Módulo de elasticidad	30.000	kg/cm ²
Resistencia al aplastamiento	Hasta 0,4 veces el Ø sin fisuras ni roturas (según normativa chilena)	-
Elongación hasta la rotura	15	%
Resistencia Química	-	-

Tabla 1-2. Características mecánicas del PVC

1.5.3. Costo del material

Material	Precio por kilogramo(\$)	Precio saco 25 kg(\$)
PVC Flexible no toxico	1900	47500

Tabla 1-3. Costo de compra del PVC

1.6. MÉTODO DE OBTENCIÓN DEL TAPÓN

El método de obtención del tapón para botellas partió desde un principio obviamente por el diseño gracias a la utilización del software de diseño AutoCAD y SolidWorks 2013 así se verificaron varios errores de construcción en el diseño de la pieza y el mismo molde en sus cavidades, así se logró rediseñar los prototipos para poder mejorar su diseño en cuanto a la factibilidad de fabricación, otro punto importante en el que fueron de mucha ayuda los software fue respecto a estudios de la pieza como por ejemplo su volumen, área proyectada y peso.

El siguiente proceso es el de fabricación de la pieza y para llegar a la pieza finalizada es necesario diseñar y fabricar el molde de inyección, en este caso fueron las placas en las cuales se fabricaron las cavidades, y estas cavidades constan con canales de alimentación que son los que tienen la función de llevar el material fundido del bebedero directamente a la cavidad.

Otro aspecto importante en las placas del molde son los canales de refrigeración, ya que el material se inyecta en estado líquido (fundido) a altas temperaturas y tiene un tiempo determinado de enfriamiento y estos canales agilizan este proceso, es importante bajar la temperatura de la cavidad del molde para poder extraer la pieza de la cavidad a temperatura casi ambiente y no afecte el problema de la deformación en la pieza mediante los extractores.

La manera de cómo se extrae la pieza de la cavidad es mediante botadores, es un proceso completamente automatizado, ya que dentro del ciclo de inyección hay un segmento en el que actúan los botadores, gracias a la acción del vástago expulsor de la máquina, estos botadores empujan la pieza fuera de la cavidad, y para poder devolverlos a su lugar actúan los contra botadores que chocan directamente con la placa porta cavidad que tiene unos pernos prisioneros que sirven de tope.

1.7. TIPO DE MOLDEO A UTILIZAR

Para la obtención del tapón de PVC flexible, el tipo de moldeo que se empleará es el más adecuado para piezas de este tipo, el moldeo por inyección, ya que es uno de los métodos más precisos y rápidos la hora de transformar el plástico

Existe una infinidad de productos de distintas formas geométricas, tipos de plástico, peso, etc. que se pueden hacer en moldes de inyección, es por eso que es uno de los procesos más sobresalientes a la hora de querer transformar plástico y darle una forma definida, lo que resalta es que no importa su forma, grandes, pequeños con una gran calidad y a una velocidad bastante rápida

1.8. MOLDEO POR INYECCIÓN

El moldeo por inyección es la técnica más popular en particular cuando la fabricación de piezas con materiales polímeros. Este ofrece relativamente un sistema más simple para producir piezas con formas geométricas complicadas con costo y tiempo de inversión bajos. Se fabrica el molde con la forma del producto que se quiera obtener aplicándole un porcentaje de contracción que se le debe agregar a las medidas de la cavidad para cuando el polímero se enfrié la pieza moldeada saldrá con las dimensiones deseadas.

Para que la pieza salga como se desea, sin defectos al momento de la inyección se deben controlar tres factores principales

- Temperatura
- Presión
- tiempo

Alguna de las ventajas que ofrece esta técnica frente a otros procesos son:

- Altos volúmenes de producción
- Costos bajos de operación
- Automatización del proceso
- las piezas por lo general no requieren de un acabado
- Facilitación de obtener piezas con geométricas muy complejas imposible obtener por otros procesos

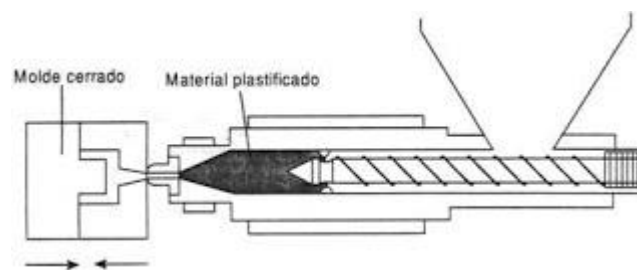
Aunque también hay que tener en cuenta las desventajas que posee

- Costos altos respecto a la máquina de inyección, molde y equipos
- Requiere de mucha precisión y temperaturas más elevadas que otras técnicas de moldeo
- Técnica discontinua

1.8.1. El ciclo de inyección

El proceso de obtención de una pieza de plástico por inyección, sigue un orden de operaciones que se repite para cada una de las piezas. Este orden, conocido como ciclo de inyección, se puede dividir en las siguientes seis etapas:

1. Se cierra el molde vacío, mientras se tiene lista la cantidad de material fundido para inyectar dentro del barril. El molde se cierra en tres pasos: primero con alta velocidad y baja presión, luego se disminuye la velocidad y se mantiene la baja presión hasta que las dos partes del molde hacen contacto, finalmente se aplica la presión necesaria para alcanzar la fuerza de cierre requerida.

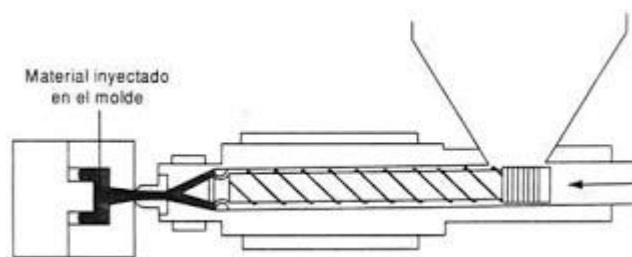


<http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeywitz/sub->

Figura 1-10. Cierre del molde

Cierre del molde e inicio de la inyección

2. El tornillo inyecta el material, actuando como pistón, sin girar, forzando el material a pasar a través de la boquilla hacia las cavidades del molde con una determinada presión de inyección.

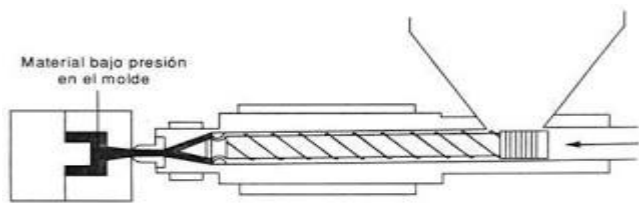


<http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeywitz/sub->

Figura 1-11. Inyección del material

Inyección del material

3. Al terminar de inyectar el material, se mantiene el tornillo adelante aplicando una presión de sostenimiento antes de que se solidifique, con el fin de contrarrestar la contracción de la pieza durante el enfriamiento. La presión de sostenimiento, usualmente, es menor que la de inyección y se mantiene hasta que la pieza comienza a solidificarse.



<http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeywitz/sub->

Figura 1-12. Aplicación de presión

Aplicación de la presión de sostenimiento

4. El tornillo gira haciendo circular los gránulos de plástico desde la tolva y plastificándolos. El material fundido es suministrado hacia la parte delantera del tornillo, donde se desarrolla una presión contra la boquilla cerrada, obligando al tornillo a retroceder hasta que se acumula el material requerido para la inyección.

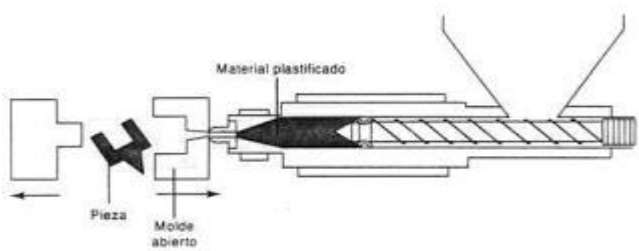


<http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeywitz/sub->

Figura 1-13. Plastificación del material

Plastificación del material

5. El material dentro del molde se continúa enfriando en donde el calor es disipado por el fluido refrigerante. Una vez terminado el tiempo de enfriamiento, la parte móvil del molde se abre y la pieza es extraída.



<http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeywitz/sub->

Figura 1-14. Enfriamiento y extracción de la

1.9 MÁQUINA INYECTORA

La máquina inyectora a utilizar para la producción del tapón de PVC flexible es la Intertech INT-60, la que está ubicada en el taller de matriceria de la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede José Miguel Carrera, la cual cumple con las características esenciales para poder producir este producto.



Fuente: Taller de matriceria, SVM, USM

Figura 1-15. Máquina inyectora
Intertech INT-60

Tabla 1-1. Ficha técnica Máquina inyectora intertech 60

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
UNIDAD DE INYECCIÓN	Diámetro del husillo	m	2
	Radio del husillo (Largo/Diámetro)	-	24,
	Peso máximo de inyección para PS	g	6
	Volumen teórico de inyección	c	5
	Presión máxima de inyección	kgf/cm³	2.720
	Velocidad de inyección	cm³	5
	Capacidad de plastificación teórica	g	5,
	Recorrido de inyección	m	12
	Tiempo de inyección	s	1,0
UNIDAD DE CIERRE	Carrera máxima de apertura	m	24
	Fuerza de cierre del molde	t	6
	Altura del molde	mm (mín-	100 x 320
	Espacio libre entre columnas	mm (XHV)	310 x 310
	Dimensión de los platos	mm (XHV)	480 x 480
	Carrera de extracción hidráulica	m	7
	Fuerza de extracción hidráulica	t	2,
SISTEMA ELÉCTRICO	Potencia del motor eléctrico	h	1
	Presión hidráulica de trabajo	kg/cm²	14
	Potencia de calentamiento	k	4,
	Zonas de calentamiento	s	N + 3
OTRO	Potencia total instalada	k	1
	Capacidad del tanque (aceite	l	18
	Dimensiones (largo x ancho x alto)	M	4,1 x 1 x
	Peso de la inyectora	K	3.600

Tabla 1-4.ficha técnica de máquina inyectora Intertech, INT-60

CAPÍTULO 2: DISEÑO DE COMPONENTES

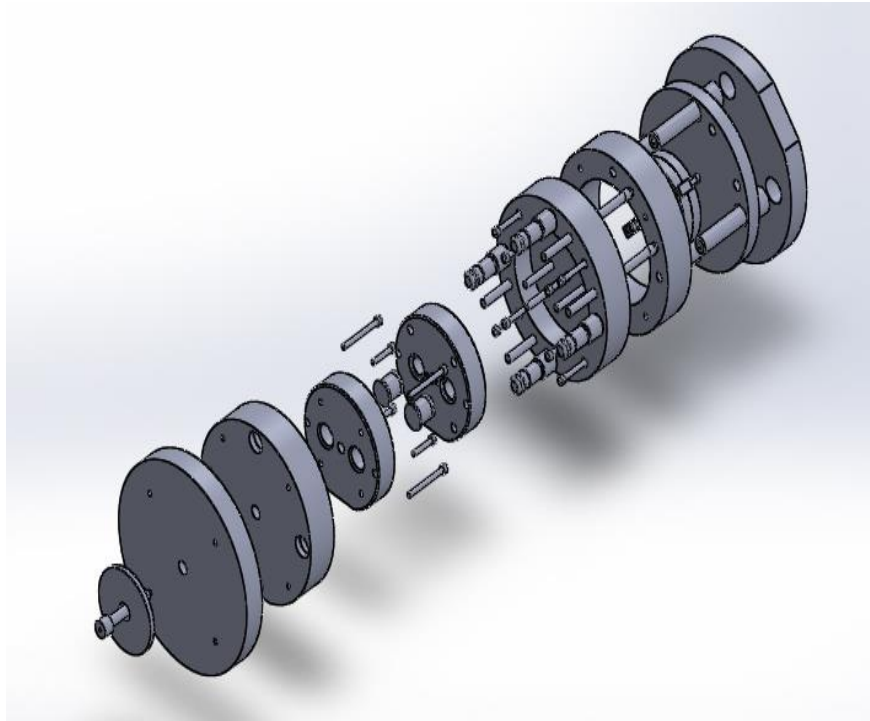
2. DISEÑO DEL MOLDE

Un molde de inyección es una de las mejores opciones al momento de requerir una alta producción de piezas termoplásticas tanto por su capacidad de producción, confiabilidad y rentabilidad en donde la base de la creación de este está en el diseño y cálculos, los cuales deben conocerse con anterioridad y así prever todos los factores, comportamientos y constantes para obtener resultados óptimos para una alta producción.

En lo que respecta al referente proyecto se diseñó solamente la cavidad del molde de inyección y el sistema de extracción de la pieza ya que se ocupara un porta moldes estándar para minimizar costos tanto de materiales y tiempo de fabricación. Este porta moldes se ha testado con anterioridad y cumple sin ningún inconveniente la función de crear la pieza estimada, cabe mencionar que con respecto a los botadores y su placa porta botadores estas también serán diseñadas junto con la forma y distribución de la cavidad. Las cavidades diseñadas serán de la medida estimada por el porta moldes por lo que la distribución de las piezas será efectuada a través de este espacio. Las piezas del molde están testeadas con anterioridad verificando ningún fallo en sus medidas, tolerancias y ajustes.

Se debe tener en consideración que el porta moldes a ocupar posee las siguientes partes son:

- Boquilla de Inyección
- Anillo de Centrado
- Placas Bases Superior e Inferior
- Placas Porta Cavidad
- Cavidades
- Postizos
- Bujes
- Columnas
- Laterales
- Botadores
- Placa

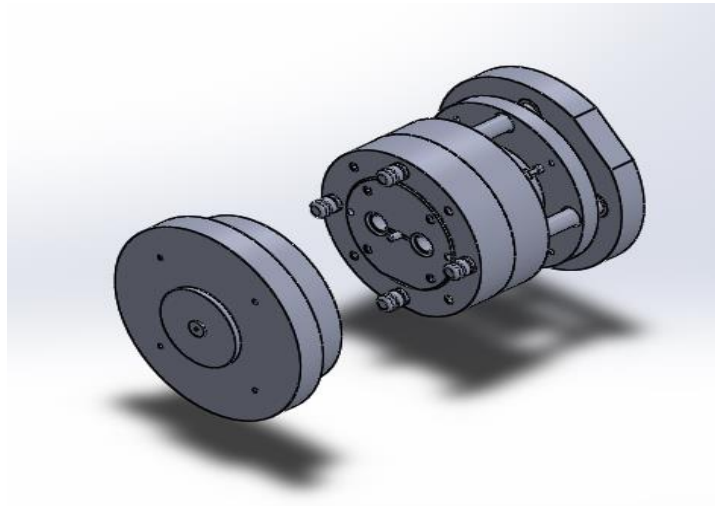


Fuente: Elaboración propia, mediante software Solidworks

Imagen 2-1 Desglose del molde

2.1 **FUNCIÓN DEL MOLDE**

El molde como función principal es moldear la pieza requerida, para eso el plástico es fundido encima de su punto de fusión por medio de calentadores de la maquina inyectora en donde es forzado mediante la presión comunicada por un husillo donde se desplaza a través de molde y adquiere la forma de las cavidades, es decir, el polímero se sitúa en toda la forma geométrica y a medida que aumente el tiempo se enfría y se contrae obteniendo un estado sólido de la figura moldeada donde finalmente se extrae la pieza con la abertura del molde.



Fuente: Elaboración propia, mediante software Solidworks

Imagen 2-2 Molde ensamblado

2.1.1 Proceso de inyección del PVC

La presión ejercida por el giro del husillo comprime el plástico además este eleva su temperatura habiendo fricción con las paredes del cilindro y del calor suministrado por las camisas calefactoras logrando la fusión del plástico y su impulsión a lo largo de todo el recorrido por el cilindro. La presión ejercida se puede controlar mediante la variación de la velocidad de giro del husillo (RPM). Los valores de presión y temperatura se ajustan de acuerdo al plástico que se esté procesando.

Los valores típicos para la inyección del polímero PVC son 170°C a 190°C de temperatura y 1200 a 1400 bares de presión de inyección.



Fuente:

https://www.google.cl/search?q=imagen+de+tornillo+patron+maquina+inyectora&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=G4E7MDfRO0ctJM%253A%252C2HyfSViGDwERsM%252C_&usg=__mcuIsTrdNhYBm_I TKEy1EhvEUaw%3D&sa=X&ved=0ahUKEwiE2OSKkt7ZAhWBgZAKHZRoC4kQ9QEILTAB#imgc=

Imagen 2-3 Funcionamiento del Molde

2.2 **DISEÑO Y CALCULOS DE PIEZAS FABRICADAS**

Al considerarse que se ocupara un Porta moldes estándar no se es necesario crear el conjunto del molde en su totalidad si no las diferentes piezas que se requieren para crear el producto estipulado. En base a esto el ahorro de materiales y tiempo es la mayor ventaja que conlleva su utilización, a su vez las limitaciones de este tanto físicas como la poca personalización hacen su mayor desventaja. En consiguiente se efectuará su uso debido a que un ciclo productivo es de carácter experimental siendo prioridad obtener una alta calidad de la pieza y centrarse en un óptimo diseño y fabricación de esta, en contraste a una alta producción obtenida de un molde de mayores dimensiones.

Las piezas a diseñar y fabricar para el molde estándar que se utilizara son especialmente:

- Cavidades
- Postizos para cavidades
- Sistema de extracción

2.3 **CAVIDADES**

Las cavidades del molde son placas de una dimensión de 144mm de diámetro y 33mm de espesor que van apernadas en la placa porta cavidad, estas medidas están consideradas con antelación para poder ajustarse al porta moldes que se ocupara, en consiguiente se debe realizar una tolerancia de $\pm 0,1\text{mm}$ de ajuste para los componentes como las cavidades. Las cavidades cumplen con la finalidad de ser donde el material plástico liquido entra y obtiene la forma al solidificarse dándole la forma especificada anteriormente, este proceso es conocido como inyección del plástico y su vez se debe considerar las dimensiones de la pieza tanto como volumen y peso para así conocer cuántas piezas se obtienen de un ciclo de inyección, lo cual es primordial para generar un

proceso productivo a posterior. Por ende, en base a cálculos se verificará cuantas cavidades se podrán ocupar en el material designado, proseguir con el diseño y disposición de las piezas. Se debe analizar con extremadamente atención que las dimensiones de las cavidades con la forma del producto deben ser exactas y respetadas e distribuirse perfectamente ya que es de importancia que el producto tenga una calidad óptima teniendo en cuenta para esto tanto cálculos como el diseño.

Para crear el producto al interior del molde son necesarios 3 elementos que componen las cavidades los cuales son:

- Placa Cavity Superior
- Placa Cavity Inferior
- Postizos o Núcleos

2.3.1 Numero de Cavidades

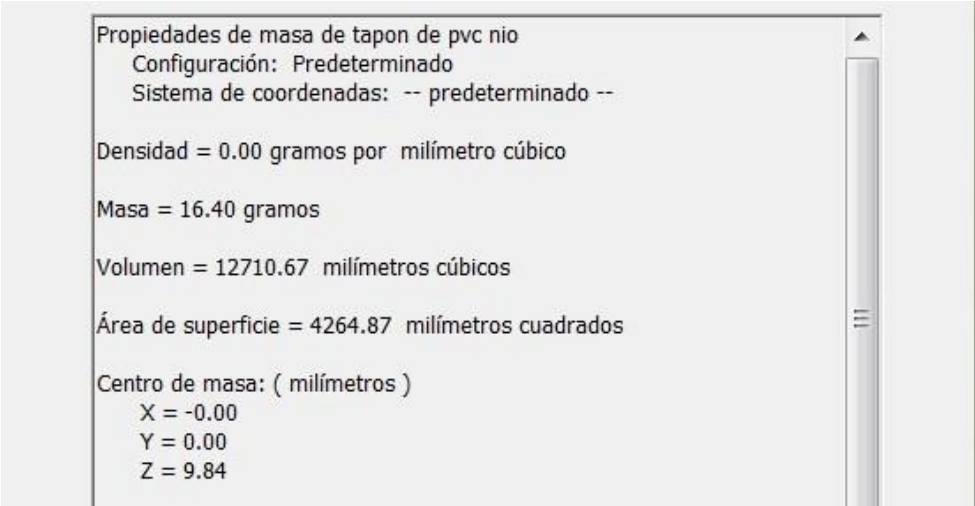
Es necesario saber con anterioridad al momento de fabricar un molde de inyección cuántas piezas se pueden producir con los elementos ya designados. El número de cavidades determinara cuantas piezas se obtienen en un ciclo de inyección, además de realizar una buena disposición de las piezas que es necesario debido a la presión ejercida por la inyección del plástico.

Los elementos designados que se deben tener en cuenta son el peso de la pieza y el peso máximo de inyección de la maquina inyectora que asignaremos. El número de cavidades se puede obtener mediante la siguiente formula:

$$N^{\circ} = \text{Peso Máximo de Inyección} / \text{Peso Pieza}$$

Fuente: Manual de moldes de inyección de termoplásticos

Formula 2-1 Cálculo número de cavidades



Fuente: Elaboración propia, mediante software Solidworks

Imagen 2-4 Datos del tapón

Dónde:

Nº = Número de cavidades

Peso máx. Inyección= 60 g (Propiedades Máquina Intertech INT- 60)

Peso de la pieza = 16.4 g (según software SolidWorks)

Peso de la mazarota = 5 g (según software SolidWorks)

Reemplazando en la Fórmula 2-1

Nº = 60g / 16.4g

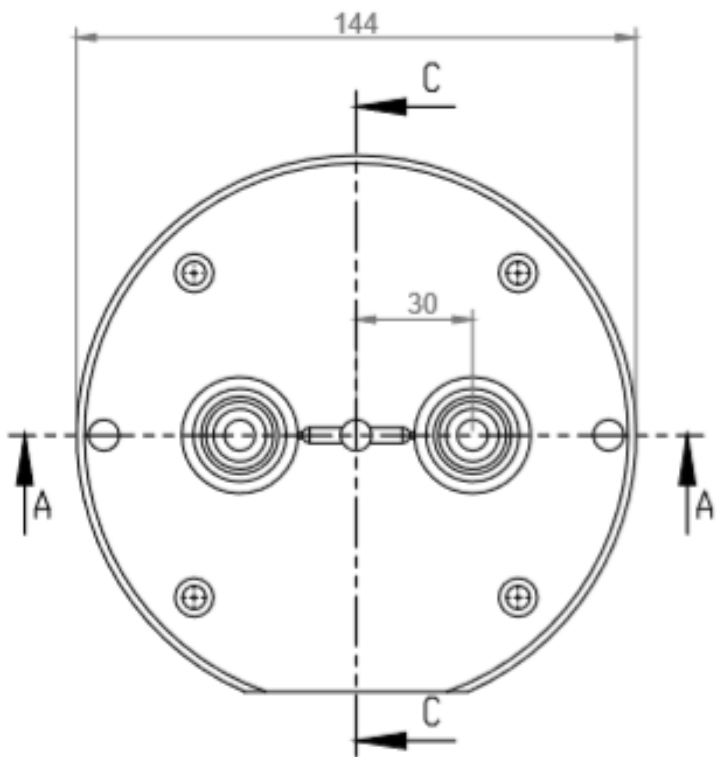
Nº = 3.65 = 3 cavidades

Con la formula resuelta se obtiene que es posible crear 3 cavidades máximas, esto debido al gramaje de la maquina inyectora.

2.3.2 Disposición de piezas en el molde

Teniendo en cuenta que son posible crear 3 cavidades se ha optado por realizar 2, debido al posicionamiento de las piezas que deben centrarse en el espacio de la placa, siendo una cantidad par dentro de una circunferencia pueden centrarse simétricamente de tal forma que el tiempo de llenado, la fuerza de cierre e distribución del material sean las mismas en todas las posiciones. Cabe señalar que esta disposición se ha creado de tal forma para obtener un mejor producto y homogenización de la producción ya que con 3 cavidades el centrado de las piezas se dificulta además de la perdida de espacio para los canales de inyección e perforaciones que deben realizarse para apernar las placas cavidades a sus respectivas placas porta cavidades.

Dada la forma cilíndrica del producto y su forma de circunferencia no se generaron mayores problemas al momento de centrar las piezas



Fuente: Elaboración propia, mediante software Solidworks

Imagen 2-5 Disposición definitiva de número de piezas

2.3.3 Canal de alimentación

Los canales de inyección son por donde el plástico en estado líquido producto del calor entra en la cavidad del molde, la medida que deben tener se obtiene mediante un cálculo ya verificado que debe ser respetado al momento de diseñar e fabricar las cavidades ya que influirán directamente en la forma y calidad de la pieza. Los canales deben ser lo más cortos posibles en dirección a las respectivas cavidades, para así emplear una menor cantidad de plástico y obtener un ahorro del material

Para el PVC se recomienda un punto de inyección mínimo de 1,6 mm, es recomendable mínimo 2 grados de inclinación para facilitar la salida de la mazarota.

Para la elección de la forma del canal de inyección es necesario analizar distintas variables importantes como serian la distancia entre la boquilla y las cavidades debido al enfriamiento que se produce en los canales de inyección al momento en el que el material plástico se inyecta, así como otras variables como el volumen de la pieza, el plástico a utilizar e las medidas ya normalizadas para los diferentes canales.

El canal de alimentación elegido es de sección semicircular implementado en la cavidad inferior del molde, esto por su facilitación de mecanizado además por la geometría de la pieza por el cual se ha escogido, así como la ventaja de preservar la temperatura y obtener una mayor viscosidad y flujo del material.

En la siguiente formula se podrá obtener el tamaño que se deben realizar en los canales de alimentación:

$$\frac{\pi}{4} D^2 = n \frac{\pi}{8} d^2$$

Fuente: Manual inyección de plástico

Fórmula 2-2. Canal de alimentación (A)

Despejando la formula esta quedaría:

$$d^2 = \frac{2D^2}{n}$$

Fuente: Manual inyección de plástico

Fórmula 2-3. Canal de alimentación (B)

Dónde:

- n = Número de canales (2 canales)
- D = Diámetro de salida canal de bebedero (5,8 mm)
- d = Diámetro de canal

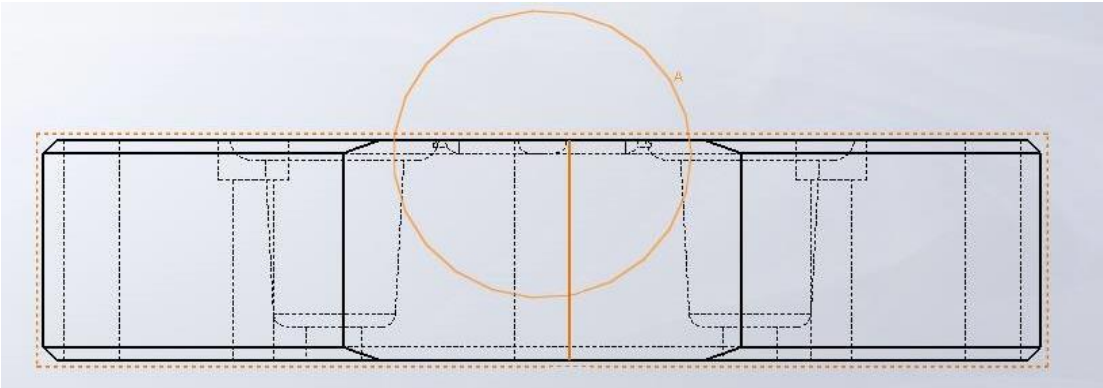
Se reemplaza en Fórmula 2-2. Canal de alimentación:

$$d^2 = 2 (5,8)^2 / 2$$

$$d^2 = (5,8)^2$$

$$d = 5,8\text{mm}$$

Por esta fórmula se entiende que el canal de alimentación tiene que tener un diámetro mínimo de 5,8 mm de ancho ya que es de media caña, esto quiere decir que el radio del canal conformado tendrá una medida de 2,9 mm radial ya que habrá canales de alimentación en un solo lado del molde por lo que esta medida será la profundidad del canal. El material entrara por estos 2 canales hasta ser inyectados en la cavidad, se infiere que esta medida es mínima, por lo cual el canal podría tener una medida más grande.

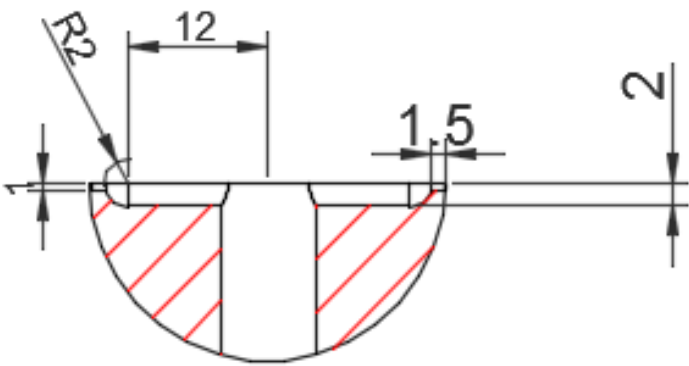


Fuente: Elaboración propia, mediante software Solidworks

Imagen 2-6 Canal de Alimentación

2.3.4 Punto de inyección

El canal de estrangulamiento o más bien llamado el punto de entrada o inyección, es la abertura que viene a continuación del canal de alimentación y es el punto donde conecta directamente el canal de alimentación con la cavidad, su función principal es la de aumentar la velocidad de la viscosidad del plástico proveniente del canal de alimentación donde entra en la cavidad y da forma a la pieza deseada. Este canal normalmente puede ser creado mediante lima y es sumamente importante darle las dimensiones correspondientes ya que del dependerán distintas variantes que afectarán al producto como la presión y el tiempo de llenado en la cavidad, su calidad superficial e la forma de la pieza.



Fuente: Elaboración propia, mediante software Autocad

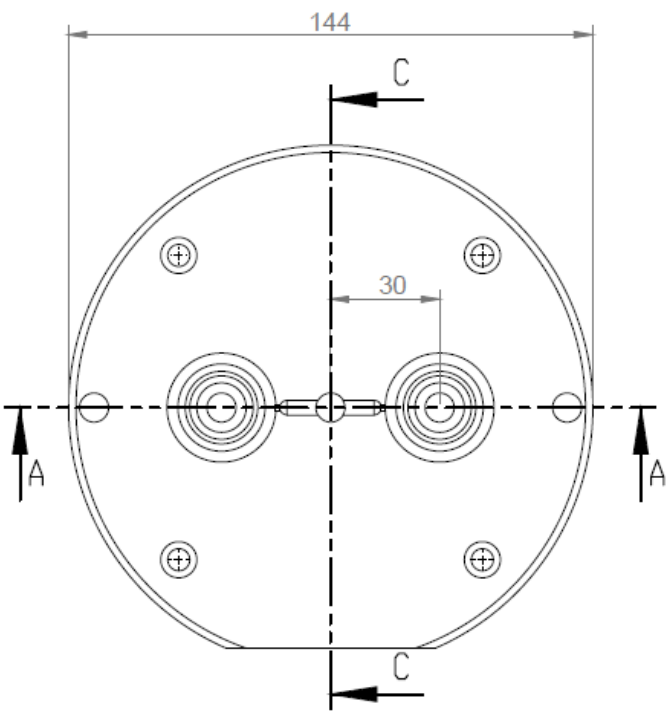
Imagen 2-7 Canal de Estrangulamiento

2.3.5 Cavidad inferior

La cavidad inferior posee relevantes características para la realización de las piezas las cuales son el canal de alimentación y el canal de estrangulamiento que será por donde el material plástico entre en la cavidad aparte de la geometría de la parte inferior del producto por donde los botadores ingresarían por dos perforaciones de 8 mm. Es de relevancia indicar que estas perforaciones deben ser lo más exactas posibles para que la pieza pueda salir sin ningún desperfecto y no se produzcan deformaciones en su contextura.

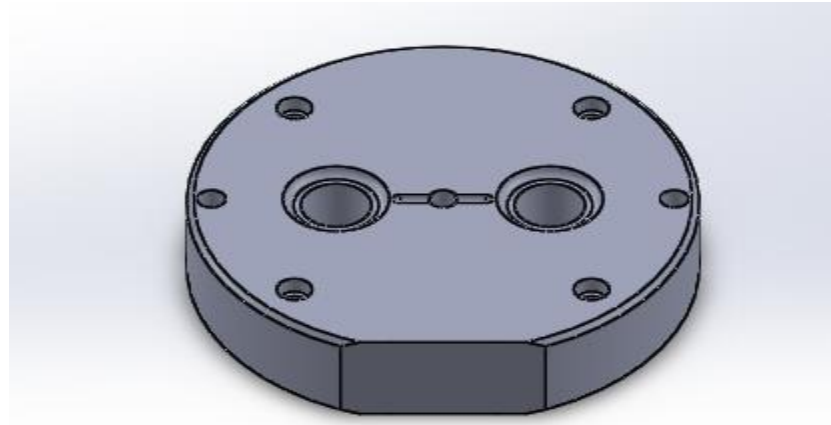
Esta cavidad va apernada con pernos de amarre a la placa Porta cavidad la cual ya ha sido diseñada y fabricada con anterioridad, para la instalación de estos 6 pernos M6 se diseñaron y fabricaron 6 perforaciones de 6 mm para su posterior instalación. El sistema debe estar perfectamente apernado para que la cavidad no sufra ningún movimiento ni desajuste al momento de generar un ciclo productivo ni menos un desajuste que perjudique la calidad del producto.

En correspondiente a la conicidad diseñada esta será para que el tapón pueda realizar la función especificada de este, será fabricada en esta cavidad debido a que es mucho más simple poner el sistema de extracción en referencia a esta placa debido a que la otra posee un juego de postizos que se verían afectados.



Fuente: elaboración propia mediante software Auto Cad

Imagen 2-8. Cavidad inferior con cotas



Fuente: Elaboración propia, mediante software Solidworkd

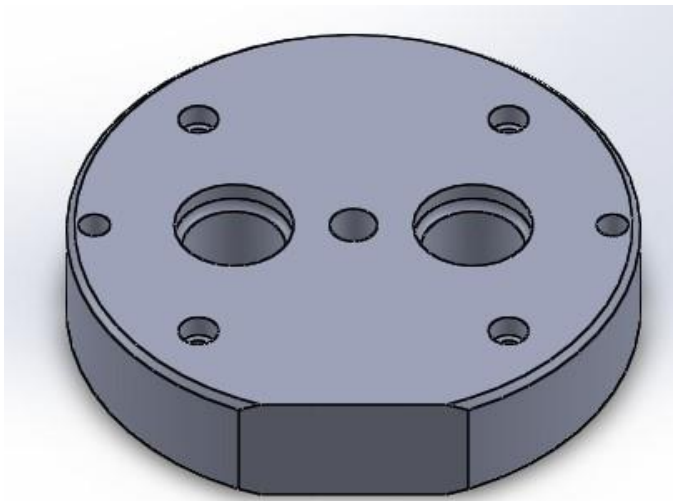
Imagen 2-9 Cavidad Inferior

2.3.6 Cavidad superior

La cavidad superior compone principalmente de 2 perforaciones de 26 mm en su centro para ingresar el juego de núcleos intercambiables por lo cual deben poseer un ajuste de apreté de $\pm 0,01$ mm, esto debido a que los postizos solo van anclados a esta placa debido a la presión.

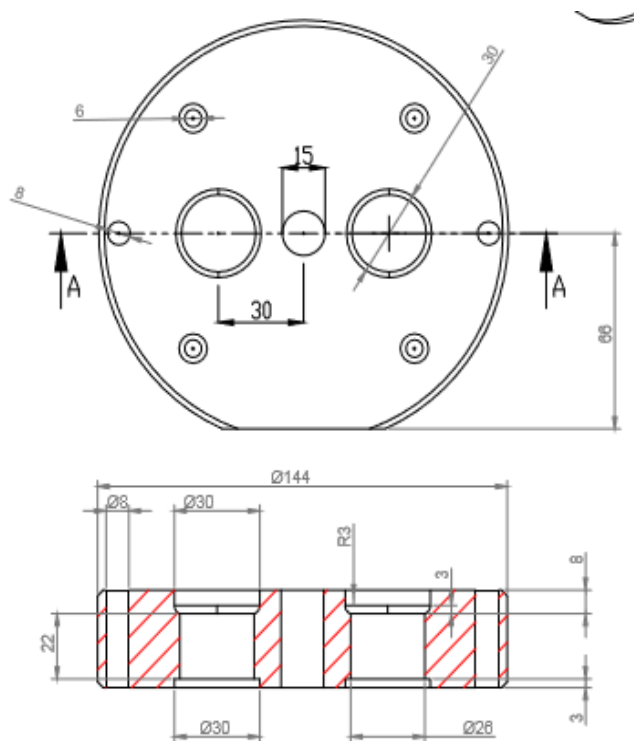
Compone también de 4 perforaciones para el anclaje con la placa porta cavidad por lo cual las medidas de sus pernos serán de M6, donde se deberá también realizar las perforaciones para las cabezas de estos.

Se decidió otorgarle una característica especial a la cavidad superior para generar una mayor variedad de productos, esto consta de un sistema de postizos intercambiables en ambas cavidades. Los postizos encajan con un ajuste de apriete en la cavidad y en base a su diseño generan una forma en especifica en la cara superior del tapón obteniendo una infinidad de diseños para los tapones.



Fuente: Elaboración propia, mediante software Solidworks

Imagen 2-10 Cavity superior



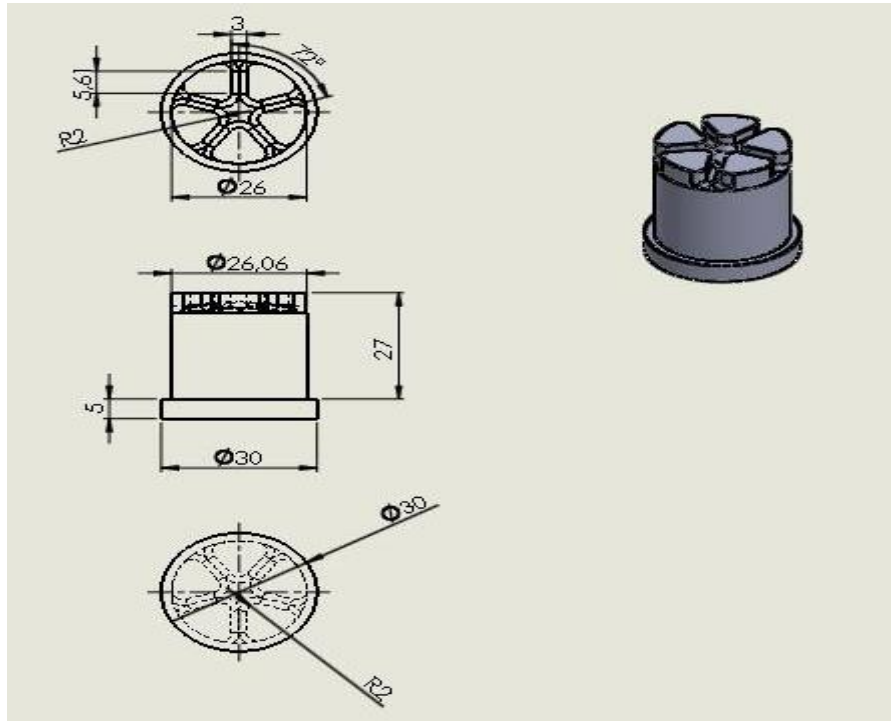
Fuente: elaboración propia mediante software Auto Cad

Figura 2-11.Plano cavity superior vistas superior y corte transversal

2.3.7 Diseño de los postizos

Los postizos o núcleos son piezas metálicas cilíndricas que van insertadas en la placa de la cavidad superior a través de un ajuste de presión donde la finalidad que tienen es darle la forma a la cara superior del tapón. Dada la forma estética que se decidió darle al tapón este posee una forma con un diseño similar a una rueda de automóvil cuya finalidad es meramente decorativa para así darle un mayor atractivo al producto. Los postizos creados son intercambiables en la cavidad para poder así generar más diseños al producto teniendo como fin poder obtener una infinidad de formas, signos y logos lo cual genera una gran ventaja en el ámbito de la diversificación del producto y así obtener una mayor rentabilidad del molde, los núcleos deben realizarse con un ajuste de apriete k6 con golpe de martillo al insertarlos. Al momento de analizar la forma que obtendrá el tapón se contempló diversos diseños que este podría llevar, se optó por utilizar una forma decorativa de alto impacto y atractivo visual que sería basado en el diseño de una rueda de automóvil. El diseño debería ajustarse a la medida inicial de los postizos cuyos 2 diámetros respectivos se componen de un diámetro en la cabeza de 30 mm y otro diámetro en la parte inferior de 26mm el cual lleva un ajuste de apriete para encajar en la cavidad. La altura total del postizo es de 32mm donde 27mm son para poder generar la forma deseada al producto y los otros 5mm componen a la altura de la cabeza que sostendría al postizo en la parte inferior de la cavidad.

El diseño fue pensado y creado para poder ser fabricado en una maquina CNC debido a la complejidad de su forma y dimensiones, se es necesario enfatizar que la complejidad del diseño es debido a los diversos radios que componen la figura, además de los 5 canales de 3 mm de ancho que recorren en forma pentagonal, dejando un espaciado en el centro.



Fuente: Elaboración propia, mediante Solidworks

Imagen 2-12 Medidas del núcleo

2.4 SISTEMA DE EXTRACCION

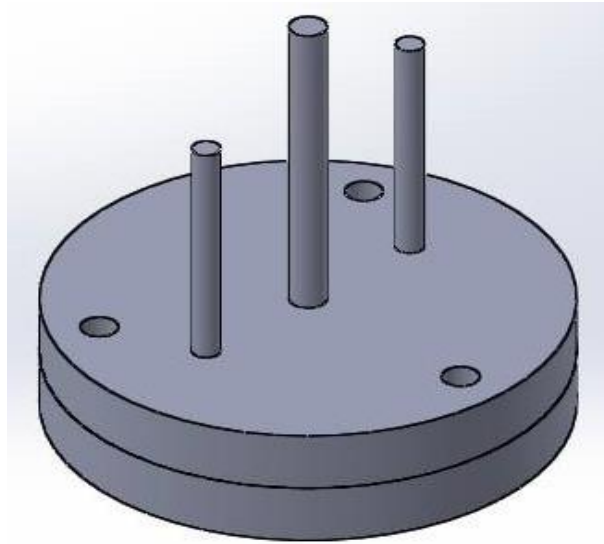
El sistema de extracción es un conjunto de piezas cuya finalidad en el molde es la de extraer todo el material plástico inyectado al interior del molde, tanto la(s) pieza(s) a producir como la mazarota. Este sistema se compone de dos piezas importantes que son la placa porta botadores cuya función es la sujetar e anclar los botadores al molde y los mismos botadores que ejercen fuerza a la pieza para el posterior desprendimiento del conjunto plástico.

En el respectivo caso debido a la posición de las piezas en la cavidad se trazó una forma simétrica que simplificara el sistema de extracción de esta donde los diversos

botadores estuvieran organizados de forma lineal. Los botadores de 6 mm de diámetro estarían dispuestos a los lados debido al posicionamiento de las piezas en la cavidad, se optó por utilizar solo uno para cada pieza para que ejerciera una carga axial en el tapón en su parte cónica y no dañara el diseño generado por la parte de los postizos, aparte el botador central de 8 mm sería el que expulsara la mazarota.

Para la realización de esta etapa es necesario con anterioridad ya haber inyectado el material, este al solidificarse se comprime en la cavidad debido a la naturaleza del plástico que pasa de estado líquido a estado sólido con la baja de

temperatura. Al momento de terminar el tiempo de enfriamiento de la pieza el molde abre las placas de la cavidad donde se aloja la pieza ya fría, al momento de abrir la cavidad inferior se retrae para generar la apertura del molde



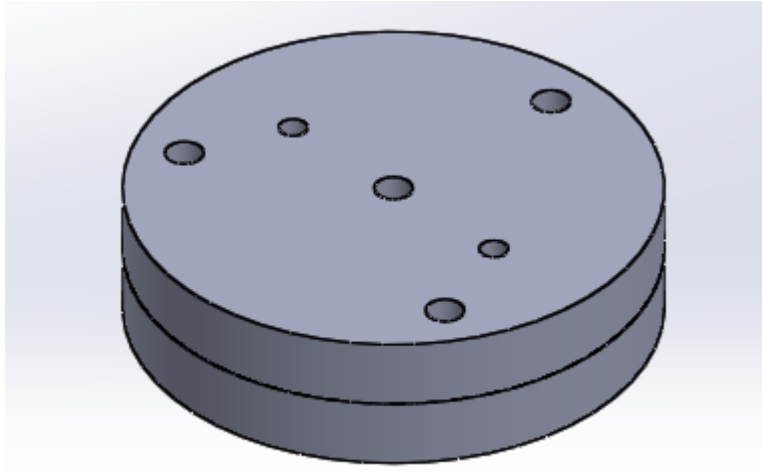
Fuente: Elaboración propia, mediante software solidworks

Imagen 2-13 Conjunto de extracción

2.4.1 Placas porta botadores

Las placas porta botadores se componen de 2 placas unidas a través de pernos cuya finalidad es la de mantener sujetos e inmóviles los botadores. Estos botadores van sujetos a presión de forma perpendicular a la placa inferior, donde la alineación de estas placas junto con la cavidad inferior debe ser exacta para evitar cualquier movimiento que termine dañando las cavidades o el sistema de extracción. Estas placas al igual que las cavidades son diseñadas y fabricadas inicialmente de igual forma, donde la medida de la circunferencia es de 114mm y su espesor de 15mm. Las medidas están testeadas con antelación para que no produzcan ninguna interferencia en las demás partes del Porta moldes.

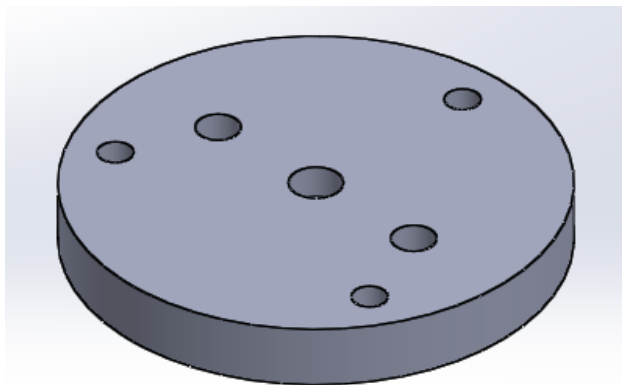
Al momento de saber la disposición de las piezas en la cavidad donde estas se moldearán y solidificarán con un tiempo estimado se es necesario distribuir los botadores de forma que la fuerza ejercida por estos expulse las piezas junto con la mazarota. En el referente caso cuya pieza es de forma cónica en donde la base del diseño se basa en circunferencias la carga para la expulsión de la pieza debe ser una fuerza axial que permita retirar la pieza de la cavidad sin que esta sufra alguna deformación.



Fuente: Elaboración propia, mediante software Solidworks

Imagen 2-14 Placas porta botadores

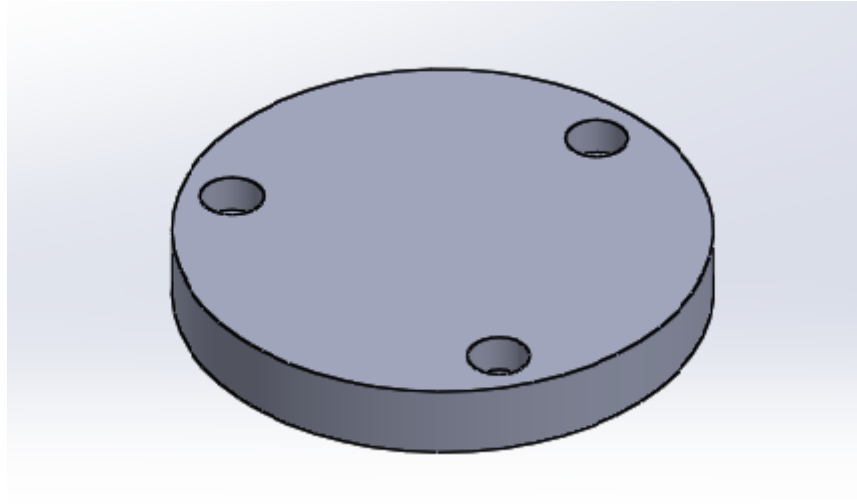
La placa porta botadora superior posee 3 perforaciones con hilo M8 para el sistema de fijación por pernos. La posición de los botadores es de forma lineal la cual compone 2 perforaciones para los botadores de diámetro 6mm y una perforación central para el botador de 8mm. Además, debe poseer las perforaciones para la cabeza de los botadores, para que estos queden anclados al momento de unir las 2 placas.



Fuente: Elaboración propia, mediante software Solidworks

Imagen 2-15. Placa porta botadora superior

La placa porta botadora inferior posee 3 perforaciones pasantes para pernos M8 además debe llevar las perforaciones con el diámetro de las cabezas de los pernos para que así estas queden a la misma altura de la cara de la placa y poder tener un excelente asentamiento en estas.



Fuente: Elaboración propia, mediante software Solidworks

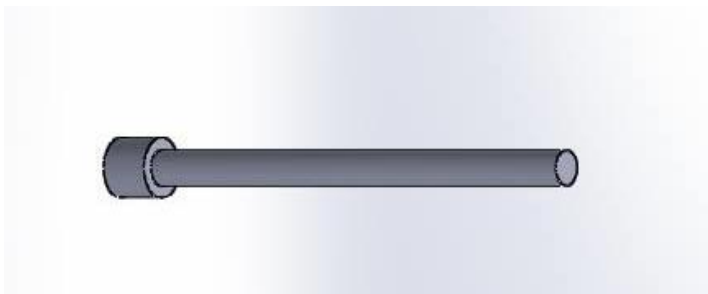
Imagen 2-16. Placa porta botadora inferior

2.4.4 Botadores

Los botadores son varillas de acero generalmente de acero plata ocupados en el sistema de extracción, son los que ejercen la fuerza en la pieza y los que entran en contacto con el plástico inyectado ya conformado. Estos deben tener una medida y una altura determinada por las dimensiones del molde.

- Botador 6mm de diámetro

El botador de 6 mm de diámetro será utilizado para ejercer la fuerza axial a la pieza para que esta se deslice por la cavidad y pueda salir de esta.

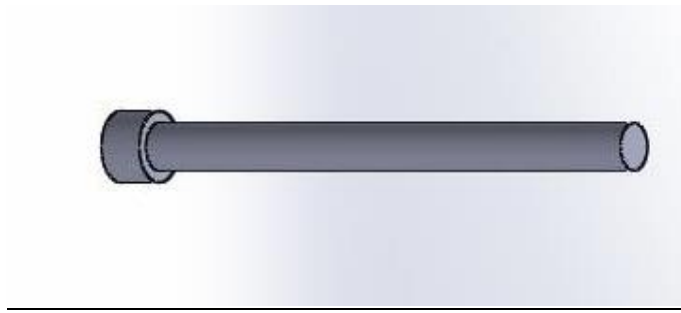


Fuente: Elaboración propia, mediante software Solidworks

Imagen 2-17 Botador de 6mm

- Botador de 8mm de diámetro

El botador de 8 mm de diámetro será utilizado para poder remover la mazarota de la cavidad, este único botador estará ubicado al centro de la cavidad.



Fuente: Elaboración propia, mediante software Solidworks

Imagen 2-18 Botador de 8 mm

2.5 **CALCULOS DE FUERZAS EN EL MOLDE**

Al requerir un diseño para un molde de inyección se es necesario tener en cuenta una serie de distintos factores y o fuerzas que influirán de manera directa en el molde al momento de su funcionamiento en la maquina inyectora, lo primordial es que sabiendo todas estas fuerzas con exactitud se podrá normalizar la producción en serie y obtener un producto homogéneo y sin mayores diferencias.

Por ende, a continuación, se analizarán los cálculos respectivos para controlar las diferentes fuerzas que se utilizan en un molde de inyección, teniendo así un funcionamiento preciso de este.

2.5.1 Fuerza expansiva y fuerza de cierre

Existen 2 fuerzas primordiales que se ejercen en el molde al momento de inyectar el material, las cuales son la fuerza de cierre y la fuerza expansiva. La fuerza de cierre es la presión ejercida por la maquina inyectora para que el material inyectado no se escurra por las paredes de la cavidad, esta fuerza debe ser mayor que la fuerza expansiva la cual es la fuerza que ejerce el material en la cavidad y que si es mayor a la fuerza de cierre abrirá el molde y generara un fallo en el ciclo de inyección.

Por ende, la fuerza cierre siempre debe ser mayor a la fuerza expansiva por cual:

$$F_{c1} \text{ (Fuerza de cierre)} > F_{e1} \text{ (Fuerza expansiva)}$$

Para obtener el valor de F_{e1} :

$$F_{e1} = A_p \times P. \text{ inyección}$$

Fuente: Manual de Inyección de plasticos

Formula 2-4. Fuerza Expansiva del molde

Para la posterior resolución de la fórmula es necesario obtener el área proyectada donde:

$$\begin{aligned} \text{Área Proyectada} &= 4.264,87 \text{ mm}^2 + 4.264,87 \text{ mm}^2 \\ &+ 109,84 \text{ mm}^2 \text{ (según software Solidwork 2014)} \end{aligned}$$

$$\text{Área Proyectada Total} = 8.639,18 \text{ mm}^2$$

Reemplazando en formula 2- :

$$F_{e1} = A_p \times P. \text{ inyección}$$

Donde:

Fe_1	=	Fuerza expansiva (kg f)
Ap	=	Área proyectada total (86,3918 cm ²)
P. inyección	=	Presión de inyección del PVC Flex. (55 kg f/cm ² según Manual de moldes inyección termoplásticos).
	=	86,3918 cm ² x 55 kg f/ cm ²
Fe_1	=	4751,549 kg f

La fuerza de cierre de la maquina inyectora Intertech 60t (60.000 kg f) es mucha mayor que la fuerza expansiva que se ejerce (4751,549 kg f)

2.5.2 Tiempo de llenado

El tiempo de llenado del plástico en la cavidad es una variante necesaria para saber el tiempo que se ocupara para el ciclo de inyección de la pieza. Los segundos en que el material plástico llena la totalidad de las cavidades, no así el tiempo de enfriamiento de las piezas. Donde la fórmula para el tiempo está dado por la siguiente formula:

$$T = P/C$$

Fuente: Manual de moldes de inyección de termoplásticos

Formula 2-5 Tiempo de llenado

Donde:

T	=	Tiempo de llenado, s
P _p	=	Peso de una pieza 16,4gr (2 piezas)
C	=	Capacidad de Inyección, 5,2 g/s

Reemplazando en la Fórmula 2-5, se obtiene que:

$$T = 16,4 \times 2 / 5,2$$

$$T = 6,3 \text{ s}$$

2.5.3 Tiempo de enfriamiento de la pieza

Al momento de inyectarse el material necesario dentro de las cavidades del molde este comienza el enfriamiento, producto de la baja de temperatura donde comienza a solidificarse tomando la forma que se ha creado en las cavidades, por ende, el tiempo de enfriamiento de la pieza es necesario e relevante para medir los ciclos productivos que deben ser estudiados.

Debido a que el molde no es de una alta producción no se tomara en cuenta el sistema de refrigeración instalado con anterioridad en el porta moldes estándar.

El tiempo de enfriamiento es calculado con la referente formula:

$$T = \left[\frac{(e_{\text{máx}})^2}{2 \pi \Phi} \right] \ln \left\{ \frac{\pi(T_x - T_m)}{4(T_c - T_m)} \right\}$$

Fuente: Memoria Prototipo para Mezclador de Temperas

Formula 2-6. Tiempo de enfriamiento de la pieza

Dónde:

T_s	=	Tiempo mínimo de enfriamiento (s)
E_{Max}	=	Espesor máximo de la pieza (3,2 cm)
Φ	=	Difusidad térmica del material (SAN 0,0009 cm ² /s, según Manual de moldes para inyección de termoplásticos)
$\ln$	=	Logaritmo Natural
π	=	Constante pi (3,1416)
T_x	=	Temperatura media de desmolde (120°C, según Manual de moldes para inyección de termoplásticos)
T_m	=	Temperatura del molde (60 °C, según Manual de moldes para inyección de termoplásticos)
T_c	=	Temperatura del material fundido (170°C, según Manual de moldes para inyección de termoplásticos)

Reemplazando la fórmula 2-6:

T_s	=	$\left[\frac{-(3,2)^2}{(2 \times \pi \times 0,0009)} \ln \left\{ \frac{\pi (120-60)}{4(170-60)} \right\} \right]$
T_s	=	$[-10,24 / 0,005652] \ln \{188,4 / 440\}$
T_s	=	$[-1811,748 \ln 0,428]$
T_s	=	172 (s)

El tiempo de enfriamiento de la pieza compone de 172 segundos lo cual serian 2,866 minutos, ese es el tiempo para que el material pueda ser removido desde la cavidad sin que sufra algún desperfecto debido a que ya está en su mayoría en un estado sólido, en base a lo planteado ya se pudiera generar un tiempo para un ciclo de producción.

2.5.4 Resistencia de botadores

Los botadores al verse siempre sometidos a diferentes cargas debido al sistema de extracción son propensos a sufrir una deformidad del material denominado pandeo el cual es un fenómeno llamado inestabilidad elástica que puede darse en elementos comprimidos esbeltos, y que se manifiesta por la aparición de desplazamientos importantes transversales a la dirección principal de compresión. Por ende, es necesario saber cuál es la carga máxima que poseen, la formula expresada determinara esta incógnita.

$$P_{crit} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{L^2}$$

Fuente: MENGIS “inyección de plásticos Mengis MOHREN

Formula 2-7 Pandeo de botadores

Donde:

E = Modulo de elasticidad del acero = $2,1 \times 10^6 kg/cm^2$

$I = \frac{\pi \times d^4}{32}$ = Momento de inercia del botador

L = Longitud del botador = 160,7 mm = 16,07 cm

Se calcula el momento de inercia:

$$I = \frac{3,14 \times 4^4}{32} = \frac{803,84}{32} = 25,12 \text{ mm} = 2,512 \text{ cm}$$

Remplazando la fórmula 2-7:

$$\left(3,14^2 \times 2,1 \times \frac{10^6 kg}{cm^2} \times 2,512 \text{ cm} \right) \div 16,07^2 = 201.403,25 \text{ N}$$

La carga máxima que resistirá un botador será de 201.403,25 N, expresado en kg/f la carga máxima será de 20 537.41 kg/f.

CAPITULO 3: FABRICACIÓN

3. FABRICACIÓN

3.1 PROCESO DE MECANIZADOS

En este capítulo se mostrarán los distintos tipos de mecanizados o procesos por los cuales pasaron los componentes del molde a fabricar, desde su inicio en materiales en su estado bruto hasta la obtención del producto pieza finalizada.

Como para dar ejemplos de mecanizado, está el de las placas cavidades, el mecanizado de los núcleos (postizos intercambiables), los mecanizados del molde en máquinas CNC hasta los trabajos de banco realizados para pulir detalles.

3.1.1. Mecanizado de placas.

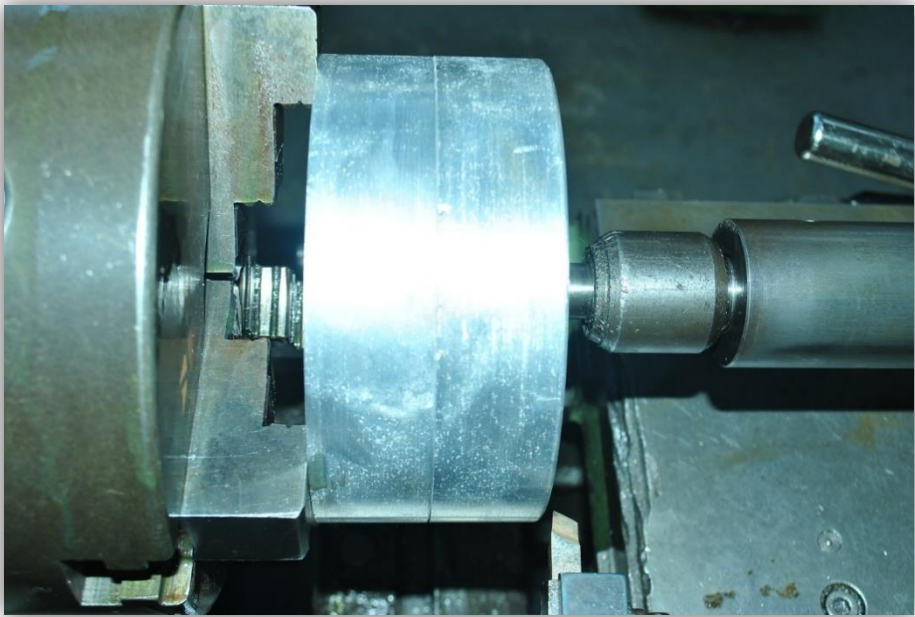


Fuente: Elaboración propia placas cavidades

Figura 3-1. Refrentado de placas cavidad en torno convencional

Como se puede apreciar en la imagen, el proceso que se realizó en esta placa, la cual es una de las placas donde se mecanizará posteriormente las cavidades del molde, el proceso consta en trabajar la placa de manera que queden sus caras planas en relación al plato del torno, es decir que queden sus caras paralelas, además y lo más importante de esta parte es darle la altura que se requiere, que en el capítulo 2 de diseño del molde

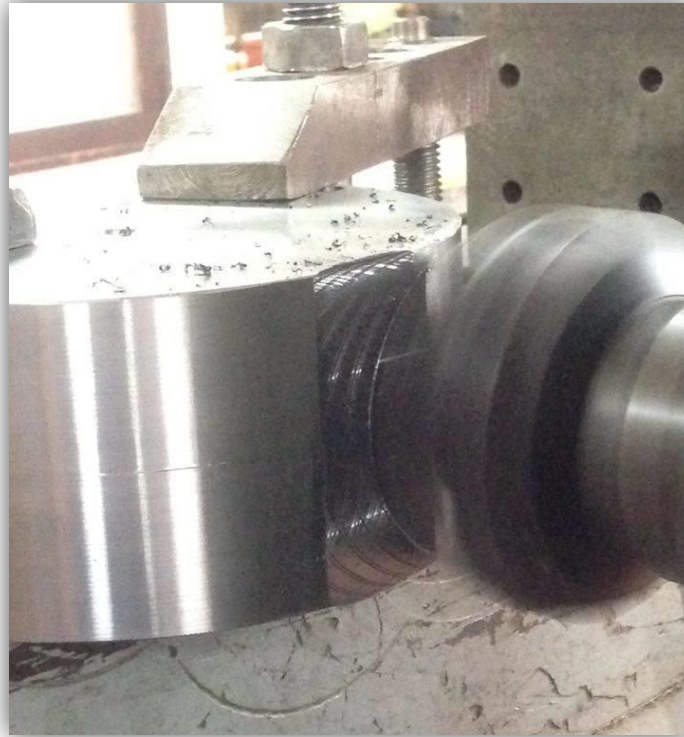
Especifica las medidas, ya que si la altura quedara menor a la deseada, el molde a la hora de cerrarse no sellaría como corresponde y no se formaría la presión adecuada, es por eso que las placas deben quedar a la medida requerida



Fuente: elaboración propia imagen de torneado de placas.

Figura 3-2. Cilindrado de placas cavidad en torno convencional

En la figura se muestra el proceso de cilindrado de las placas en el torno convencional, el cual es para darle el diámetro necesario a las placas para que puedan ser introducidas en el porta moldes



Fuente: Elaboración propia fresado horizontal de placas

Figura 3-3. Mecanizado de placas en fresa horizontal

En la figura se puede apreciar el mecanizado en la fresa horizontal, este mecanizado consiste en dejar una cara plana en ambas placas para tener un punto de referencia igual en ambas placas y para que cuando se requiera trabajarlas en el centro de mecanizado CNC, esta cara sirva para poder pasar un reloj comparador y poder tener estas caras de referencia, así el trabajo quedara según como se especifica en los diseños y queden bien empalmadas las placas.

3.2 MECANIZADO DE PLACA LADO BOTADORES

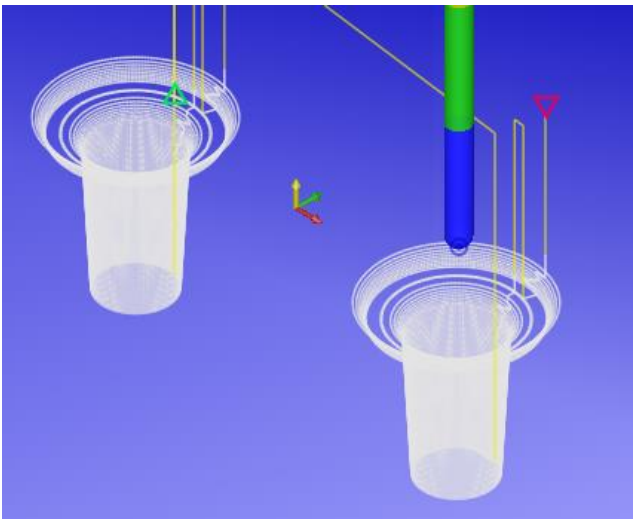
En el mecanizado de esta placa se fabricó en el centro de perforado CNC, para poder realizar estos trabajos se requiere una serie de códigos de mecanizados que se sacan del programa SurfCam 2002.

Esta placa es la que está ubicada en el lado inferior del porta moldes, es decir son los que están en contacto con los botadores.

En esta placa se realizaron distintos tipos de mecanizados y programas para poder llegar a la forma requerida, a continuación, se detallará una pequeña lista de los trabajos y operaciones realizadas:

❖ Operaciones en placas cavidades

- **Perforado:** Lo primero que se realizo fue una perforación con una broca de 7.8mm, las razones por lo que se realizó esta perforación son para alivianar el trabajo de la siguiente operación. Y para dejar una perforación al fondo de la placa y sirva de agujero para los botadores, es por eso que después se le tiene que pasar un escariador de 8mm para que la medida sea la adecuada y no quede espacio de más y se termine filtrándose
- **Vaciado:** Esta operación se realizó con una fresa esférica de 8mm de diámetro, con una profundidad de corte de 0.5mm por pasada, se seleccionó el cuerpo del tapón mediante el programa Surfcam 2000 para crear el programa y los comandos y se mecanizo el vaciado con su respectivo ángulo de diseño.



Fuente: elaboración propia simulación programa Cimco Edit

Figura 3-4 Simulación de mecanizado del vaciado en programa CIMCO edit

X26.8869	Y12.8523
X26.6649	Y12.7965
X26.3	Y12.6957
X25.9436	Y12.5864
X25.5932	Y12.468
X25.251	Y12.3416
X25.0685	Y12.2698
X24.9054	Y12.2032
X24.559	Y12.0527
X24.1886	Y11.8787
X23.892	Y11.7287
X23.5665	Y11.5537
X23.249	Y11.3709
X22.9239	Y11.1713
X22.6293	Y10.9789
X22.5242	Y10.908
X22.3127	Y10.76
X22.0127	Y10.5391
X21.7269	Y10.3165
X21.4334	Y10.074
X21.1584	Y9.8334
X21.0232	Y9.7102
X20.8894	Y9.5849
X20.6193	Y9.3205
X20.3329	Y9.0233
X20.1123	Y8.7808
X19.8715	Y8.5023

Fuente: elaboración propia mediante software de simulación CIMCO edit

Figura 3-5 programa de mecanizado placa cavidad inferior

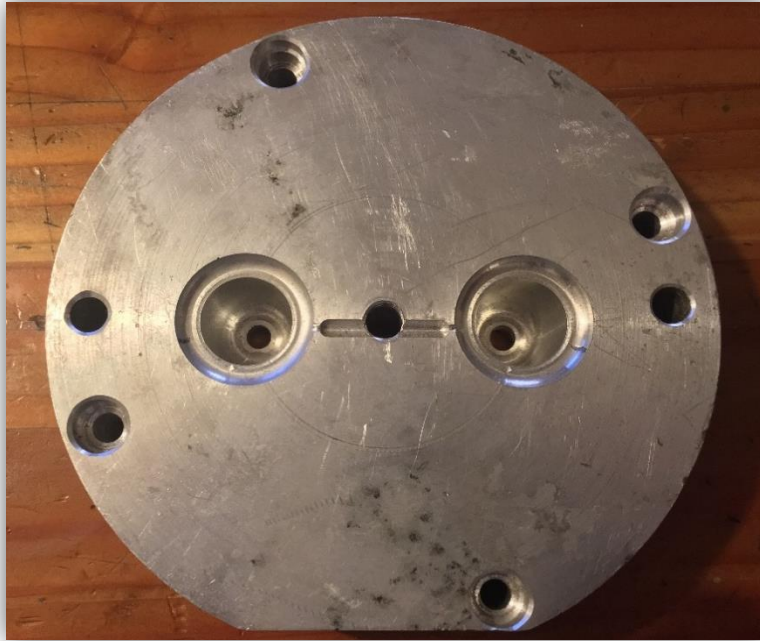


Fuente: Elaboración propia imagen de mecanizado de placa

Figura 3-6. vaciado en centro de mecanizado CNC

En la figura se muestra una fotografía del vaciado que se realizó una herramienta fresa esférica de 4 filos de 8mm

- **Afinado:** Se le realizó un afinado con el mismo programa pero se le cambió la fresa por una de menor diámetro, bajo de un diámetro 8 a uno de 6mm y se modificaron algunos parámetros como la disminución de profundidad de corte de 0.5 a 0.3 por pasada y se le aumentó el número de pasadas, con la finalidad de dejar una mejor calidad, ya que la pasada anterior había sido más que nada para darle la forma, con esta se le deja la calidad superficial que se requiere.



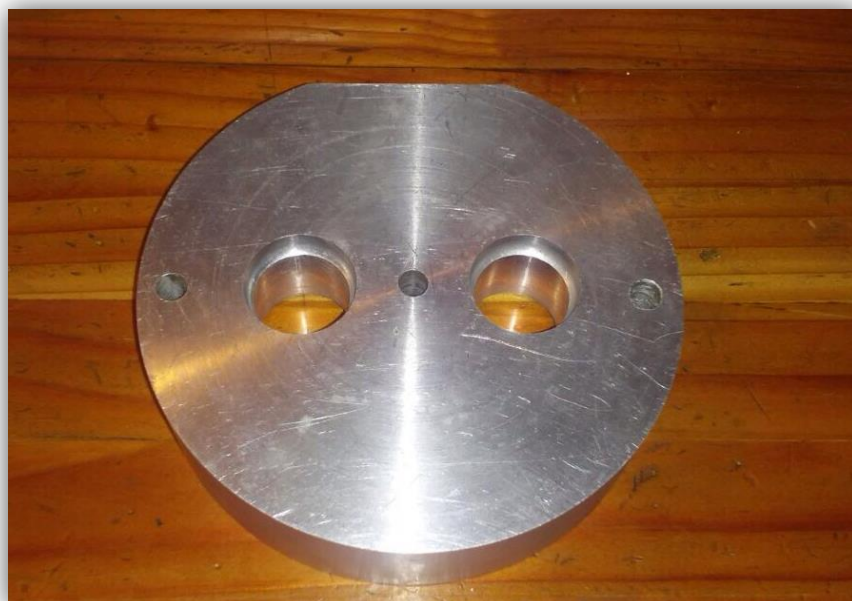
Fuente: Elaboración propia imagen de placa lado botadores

Figura 3-7 Placa cavidad inferior

En la figura 3-7 se muestra la placa con las cavidades ya mecanizadas, el resultado del vaciado incluyendo las perforaciones donde irán los botares y los canales de alimentación.

3.3. MECANIZADO PLACA LADO INYECCIÓN

En este segmento se muestra el proceso de mecanizado de la placa que va en el lado fijo del porta moldes, esta placa cuenta con un vaciado en el cual se le insertan dos núcleos, con la forma y diseño que le da la innovación e identificación propia al producto.



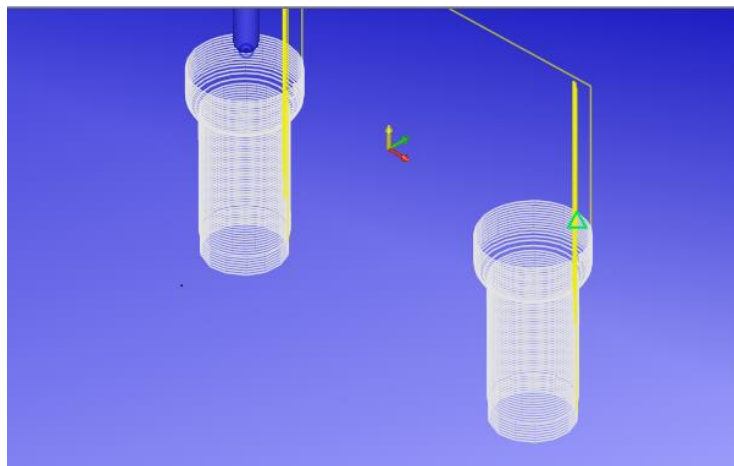
Fuente: Elaboración propia placa cavidad lado inyección (superior)

Figura 3-8. Placa lado inyección (lado superior)

Al igual que en la otra placa y casi todos los componentes del molde se mecanizaron en el centro de mecanizado CNC, se realizaron los códigos igualmente mediante el programa SurfCam 2002.

En esta placa igual se realizaron varias operaciones para poder completar el molde, a continuación, se describen los trabajos hechos;

- **Perforado:** Se perforo la placa a 30mm de distancia del punto centro, es decir, en el centro de las cavidades con una broca de 10mm para poder alivianar el siguiente trabajo.
- **Z-rough:** Esta operación es la segunda, se realizó con una fresa plana de 4 filos y 12mm de diámetro y es la encargada de hacer el alojamiento donde irán insertados los núcleos, la idea principal de esta operación fue dejar un exceso de material de 0.5mm para que posteriormente sea removido con una fresa esférica de 8mm



Fuente: Elaboración propia imagen simulación programa en CimcoEdit

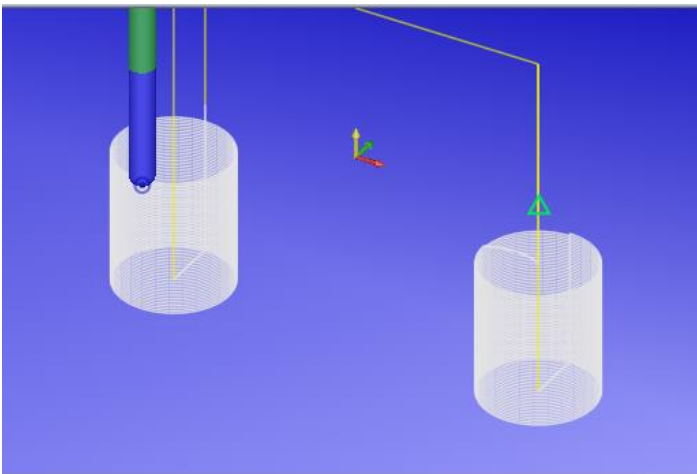
Figura 3-9. Simulación programa Z rough (fresa plana 12mm)

```
X-37.1288 Y5.0489
X-38.3661 Y2.2997
X-38.6561 Y0.6322
X-38.5836 Y-1.289
X-38.2211 Y-2.739
X-37.6049 Y-4.189
X-36.3361 Y-5.929
X-34.5599 Y-7.379
X-32.5661 Y-8.2853
X-30.2824 Y-8.6478
X-28.0349 Y-8.4665
X-26.1499 Y-7.7778
X-24.3651 Y-6.6543
X-22.5611 Y-4.4428
X-21.861 Y-3.1112
X-21.3286 Y-0.4915
X-21.4174 Y1.6325
X-22.3799 Y4.1485
X-23.5761 Y5.8522
X-25.4249 Y7.3747
Z-3.5 F50.0
X-27.2316 Y8.202 F100.0
X-29.6661 Y8.6797
X-31.9861 Y8.4622
X-33.9436 Y7.7372
X-35.9736 Y6.2872
X-37.1288 Y5.0489
```

Fuente: Elaboración propia mediante software de simulación CIMCO edit

Figura 3-10. Programa mecanizado cavidad superior

ente
pero
esta operación solo se realizó en el alojamiento del núcleo, es decir a partir de los -8,4mm para así no pasar a llevar la parte de la cabeza del tapón, ya que tiene otro radio, y por eso se requiere otra operación más de afinado que es la siguiente.



Fuente: Elaboración propia imagen simulación programa en Cimco edit

Figura 3-11 Simulación de mecanizado en programa contorneado en software CIMCO edit.

```

M3 S1500
G00 G54 X-30. Y9.03
G43 Z25. H4
M8
G00 Z-5.5
G01 Z-8.4 F50.0
G03 X-39.03 Y0 I0 J-9.03 F100.0
X-30. Y-9.03 I9.03 J0
X-20.97 Y0 I0 J9.03
X-30. Y9.03 I-9.03 J0
G01 Z-8.8 F50.0
G03 X-39.03 Y0 I0 J-9.03 F100.0
X-30. Y-9.03 I9.03 J0
X-20.97 Y0 I0 J9.03
X-30. Y9.03 I-9.03 J0
G01 Z-9.2 F50.0
G03 X-39.03 Y0 I0 J-9.03 F100.0
X-30. Y-9.03 I9.03 J0
X-20.97 Y0 I0 J9.03
X-30. Y9.03 I-9.03 J0
G01 Z-9.6 F50.0
G03 X-39.03 Y0 I0 J-9.03 F100.0
X-30. Y-9.03 I9.03 J0
X-20.97 Y0 I0 J9.03
X-30. Y9.03 I-9.03 J0
G01 Z-10. F50.0
G03 X-39.03 Y0 I0 J-9.03 F100.0

```

Fuente: elaboración propia mediante software de simulación CIMCO edit

Figura 3-12. Programa de mecanizado de contorneado final de placa cavidad superior

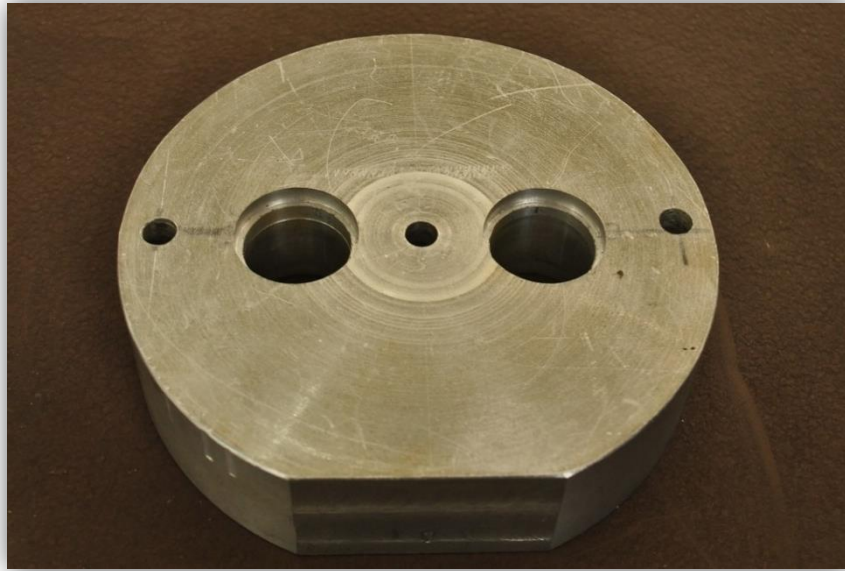
- Afinado cabeza tapón:** Esta es la última operación respecto al lado superior de la cavidad móvil, se le paso una fresa de 4 filos esférica de 6mm para poder quitar el exceso de material dejado en la cabeza del tapón, la que en la operación anterior con la fresa esférica de 8mm no se tocó, ya que esta parte tiene radio de 3mm, al igual que en el afinado de la otra placa, se le aumento el número de pasadas, pero se disminuyó la profundidad de corte por pasada, para no exigir tanto la herramienta. También cumplió la función de pasada final y afinada, ya que le dejo una mejor calidad superficial.

3.3.1 Mecanizados placa lado inyección cara inferior.

Al terminar el mecanizado del alojamiento del cuerpo de los núcleos, fue necesario trabajarla por el lado inferior de la placa y asi poder hacer un mecanizado en el cual se alojarán las cabezas de los núcleos y poder tener un asentamiento fijo y poder darles la misma altura al diseño del producto.

- Vaciado:** Se realizó un vaciado con una fresa de 12mm de diámetro y una profundidad de 5mm en la cara inferior de la placa fija, con la finalidad de

asentar la cabeza de núcleo y así poder asegurar la altura adecuada y que quede fijo el núcleo dentro del alojamiento



Fuente: Elaboración propia imagen de placa cavidad lado inyección lado inferior

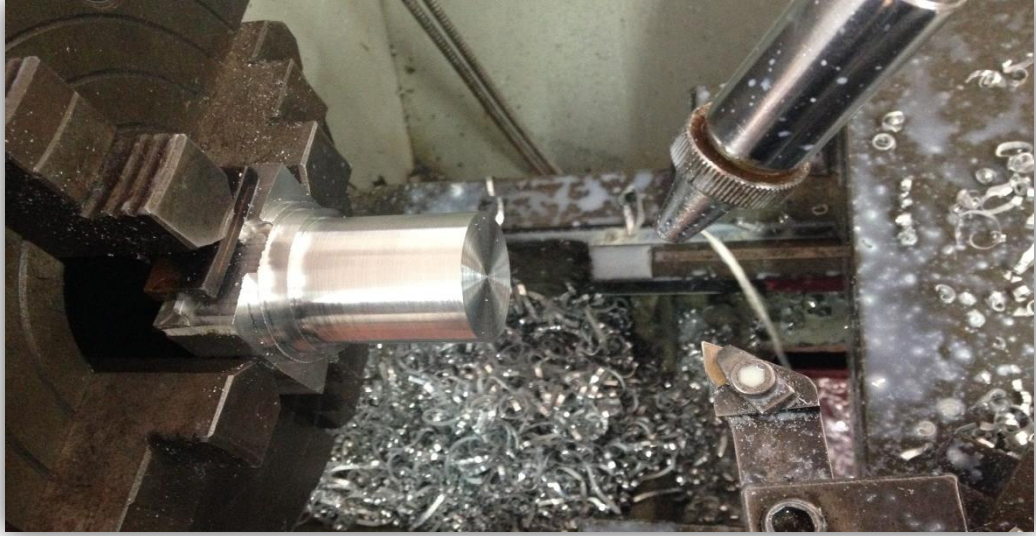
Figura 3-13. Placa lado inyección (lado inferior)

3.4 MECANIZADO DE LOS NUCLEOS

En este segmento se mostrará la transformación desde lo que fue el mecanizado de los núcleos partiendo como un material en bruto torneado para posteriormente pasarlo al centro de mecanizado CNC y poder darle el diseño y los ajustes diseñados.

A continuación se mostrará el procedimiento de cada proceso.

- Torneado: En esta etapa al ser la primera fue la que le dio una pre forma a los postizos, ya que se dejaron a sobre medida en exceso para posteriormente mecanizarla en las máquinas CNC.



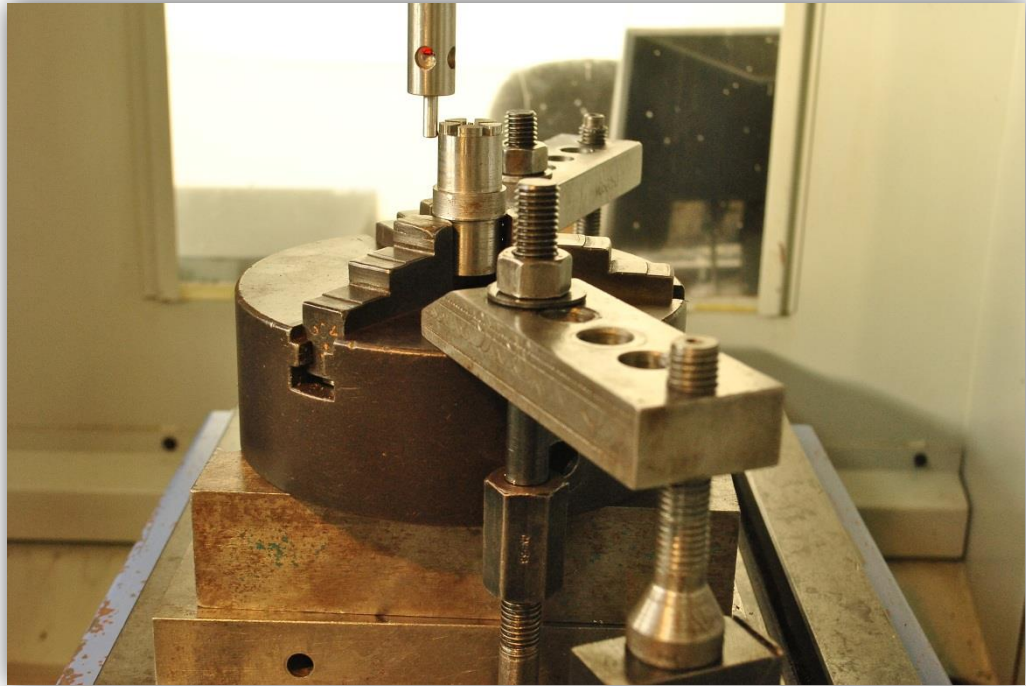
Fuente: Elaboración propia imagen de mecanizado de núcleos

Figura 3-14. Mecanizado en torno de postizos

3.4.1 Operaciones en centro mecanizado CNC

Una vez mecanizado los tochos de material en bruto en el torno, se pasaron al centro de mecanizado para poder fabricar el diseño propio del producto y además poder darle las medidas al cuerpo del núcleo, el cual tenía un pequeño ajuste de apriete sin juego con la placa del lado de inyección que se mencionó anteriormente.

En la siguiente imagen se puede apreciar el proceso de seteo para poder centrar la pieza y poder sacar el punto medio, que consiste en justamente el centro y el cero del diseño, tocando a centésimas en el mismo eje pero en dos puntos distintos, se suman y se dividen por dos, se repite el mismo proceso pero con el otro eje ya sea x o y y así se saca el punto medio en este caso el centro del diámetro de la pieza.

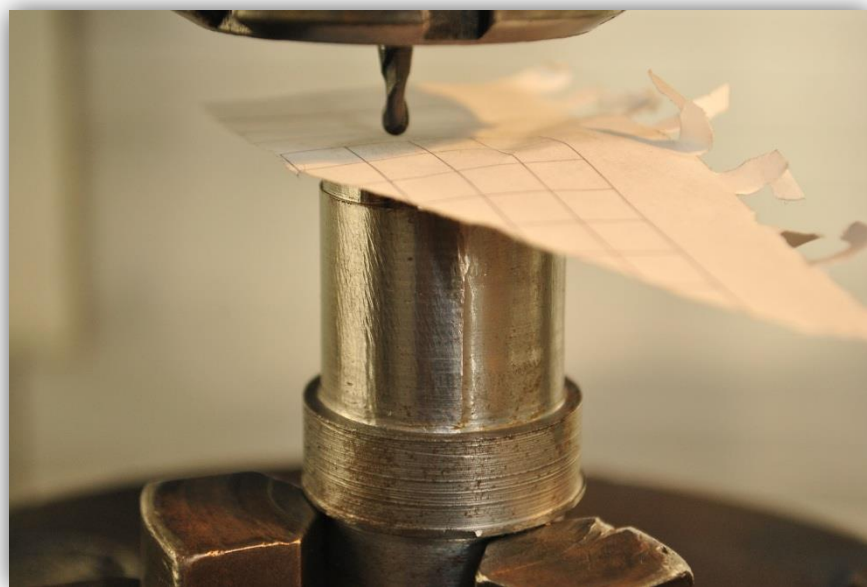


Fuente: Elaboración propia imagen de operación de seteo de máquina-pieza en centro CNC

Figura 3-15 Seteo cero pieza del nucleo en centro de mecanizado CNC

El paso siguiente del seteo es calcular el largo de la herramienta en función del cero máquina que tiene la torreta porta herramientas, esta tiene una cierta altura y dependiendo de la medida que de al tocar la herramienta igualmente a centésimas de la superficie, y así la profundidad de corte será exactamente la adecuada y evitada a través del diseño.

Este proceso se repite con todas las herramientas que se utilizarán durante los procesos y mecanizados que se le harán a la pieza y después se ingresan a la máquina en la coordenada de trabajo que se usará, que por lo general se usa la G54



Fuente: Elaboración propia imagen de seteo largo de herramienta

Figura 3-16. Seteo largo herramienta en centro de mecanizado

Una vez terminado de setear herramientas, cero pieza revisar los diseños con sus respectivas medidas es posible mandar el programa desde el software a la maquina, el primer mecanizado que se hizo fue el del diseño de la rueda.

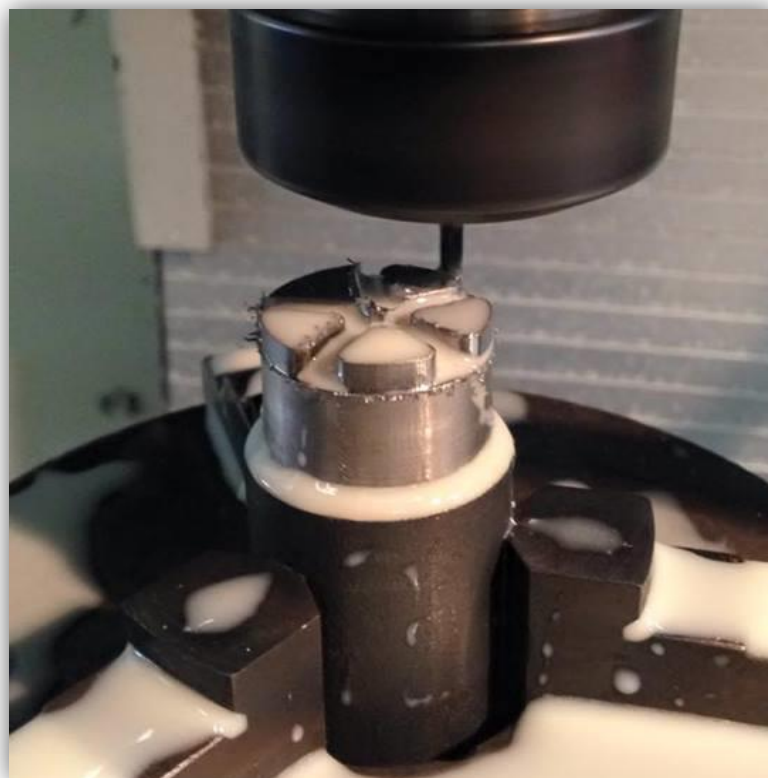
A continuacion se darán a conocer las operaciones que se realizaron con sus respectivas imágenes.

➤ Fabricación diseño rueda.

Para el siguiente diseño, fue necesario usar el mismo programa de mecanizado pero con algunos cambios entre cada etapa, como la profundidad de corte y obviamente distintas fresas, las dos de la misma medida pero se diferencian en que una es plana y la otra esférica.

- **Programa fresa de 3mm plana:**

Primero se realizo la forma de la rueda con un programa usando esta herramienta, se fabricó hasta una profundidad de 3mm para que los proximos 2mm los mecanizara en la siguiente operación.



Fuente: Elaboración propia imagen de mecanizado postizo
(fresa plana)

Figura 3-17. Mecanizado fresa 3mm plana.

- **Programa fresa 3mm esférica**

Como se mencionó anteriormente para este diseño se utilizó el mismo programa y se trabajó desde el último punto de profundidad que dejó el programa anterior a los 3mm de profundidad, por lo tanto el primer punto de superficie para esta operación fue ese pero se le modificó la profundidad de corte para que el diseño quede con el radio preciso en a los 5mm de profundidad según diseño.



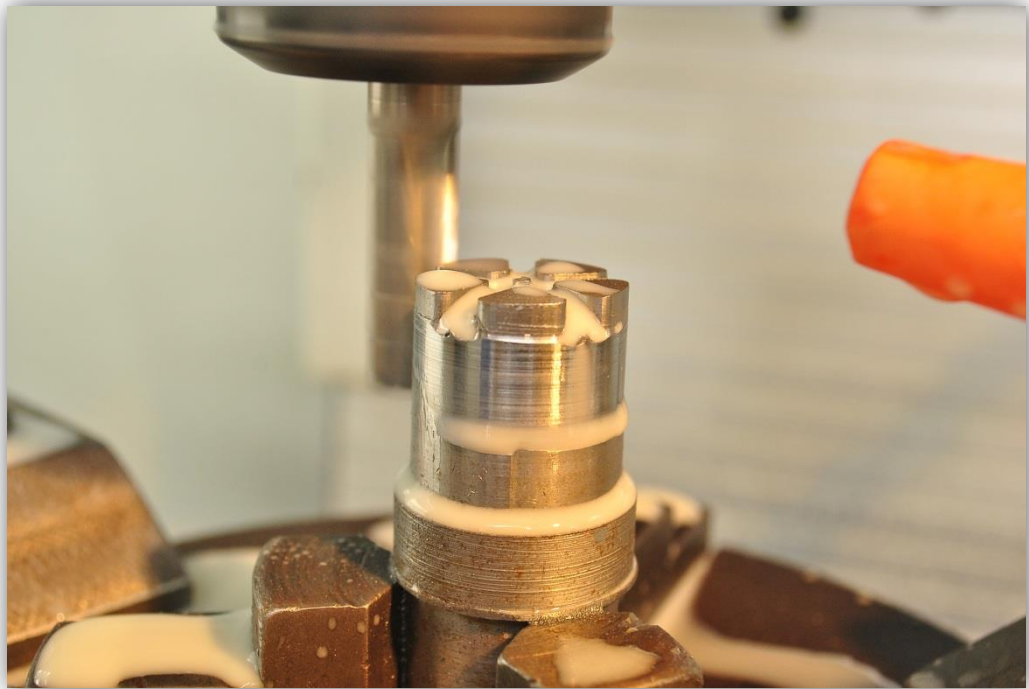
Fuente: Elaboración propia imagen de mecanizado de postizo (fresa esférica)

Figura 3-18. Mecanizado fresa 3mm esférica.

➤ Fabricación cuerpo del núcleo.

Una vez mecanizado el diseño de la rueda, se pasó a mecanizar el diámetro del cuerpo, para así darle el ajuste que se necesitó para introducirlo como postizo dentro de la placa postizo (lado inyección).

Cabe mencionar que las operaciones anteriores tenían un diámetro menor al del cuerpo del núcleo y es por eso que se fabricaron primero, para que en esta operación no pasará a llevar los bordes del diseño.



Fuente: Elaboración propia imagen de mecanizado helicoidal

Figura 3-19. Mecanizado helicoidal del cuerpo del núcleo.

Una vez terminado las operaciones en el centro de mecanizado CNC se les hicieron los ultimos detalles en maquinaria convencional, en el torno se refrentaron y cilindraron las cabezas del núcleo y en mecanica de banco se introducieron dentro de la placa cavidad superior.



Fuente: Elaboración propia imagen de torneado final de núcleos

Figura 3-20. Refrentado y cilindrando base de los nucleos previamente cortados.

En la figura 3-20 se muestra el refrentado final que se le hizo a la cabeza de los nucleos para garantizar su altura y cara paralela a la placa y pueda asentarse correctamente dentro del alojamiento para la cabeza de este.



Fuente: Elaboración propia imagen de núcleos ya mecanizados.

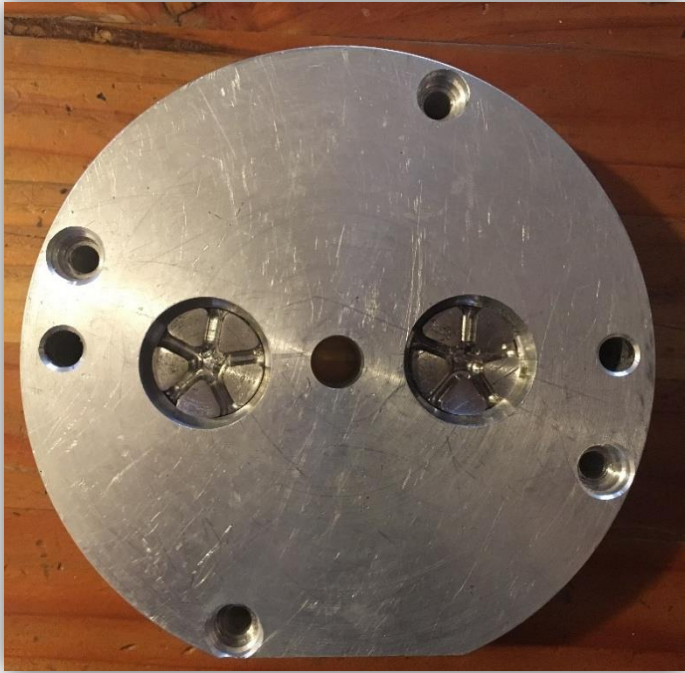
Figura 3-21. Nucleos terminados

En la figura 3-21 se puede apreciar el trabajo terminado, habiendo mecanizado con las fresas planas y esfericas, se cilindraron a medida posteriormente se cortaron para poder refrentar y cilindrarse la cabeza de los nucleos a medida.



Fuente: Elaboración propia imagen
introducción de postizos

En la figura 3-22 Figura 3-22. Montaje de núcleos. jieron los postizos dentro de la placa cavidad mediante una prensa balancin y bajaron gradualmente de forma perpendicular y asi tengan un buen asentamiento y no desgarre el material del vaciado.



Fuente: Elaboración propia imagen de placa cavidad terminada.

Figura 3-23. Placa con nucleos introducidos

En las imágenes anteriores se puede ver que se introducieron los núcleos a la placa y lo ultimo que se le hizo a la placa fue fabrico a la placa es una perforación de 12mm de diametro para introducir la boquilla.

3.5 MECANIZADO SISTEMA DE EXTRACCIÓN.

3.5.1 Placas extractoras o porta botadores

Estas placas son activadas con el piston de la maquina inyectora una vez terminado la etapa de inyeccion y enfriamiento en el ciclo, esta es la ultima etapa , la cual cumple la funcion de extraer las piezas de la cavidad mediante dos botadores de diametro 6mm.La unica manera en que estas placas vuelvan a su posicion es gracias a la accion de los contrabotadores que chocan con unos pernos prisioneros ubicados en la placa porta placas postizo del molde

Estas placas pasaron por diversas operaciones en maquinas convencionales, las cuales son:

- Cilindrado de placas botadoras una por una a sobre medida.
- Refrentado de placas con 15mm de altura.
- Perforacion en el centro pasante una por una para posteriormente por juntarlas con un pasador central.
- Cilindrado a las placas unidas por el botador central para dejarlas al diametro requerido.
- Trazado perforaciones de amarre.
- Perforaciones de pernos de amarre.
- Traspado de perforaciones para botadores.
- Perforación para botadores en placa superior.
- Perforacion cabeza botadores en placa superior.
- Avellanado perforaciones.



Fuente: Elaboración propia imagen de avellanado

Figura 3-24. Placa extractora superior (avellanado)

La figura 3-19 muestra el momento en que se le estaba haciendo un avellanado a todas las perforaciones de la placa porta botadores, este proceso se le realizo a todas las perforaciones hechas en todas las piezas fabricadas para el molde.

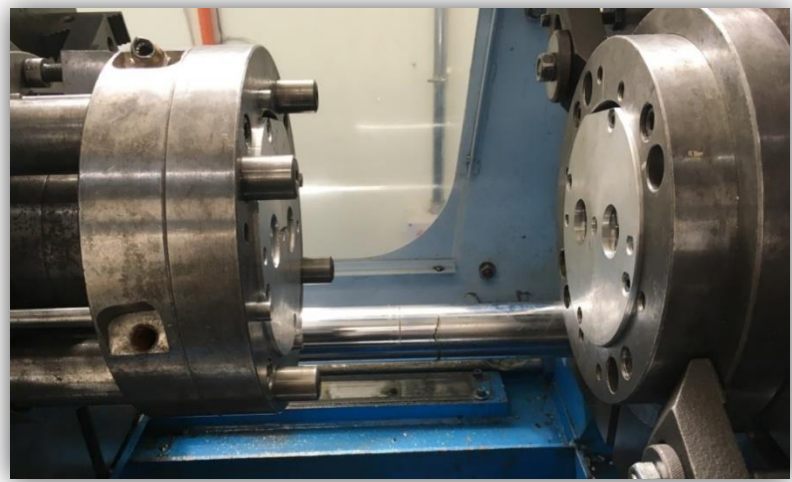


Fuente: Elaboración propia en mecánica de banco

Figura 3-25. Cortando botadores a medida en esmeril de

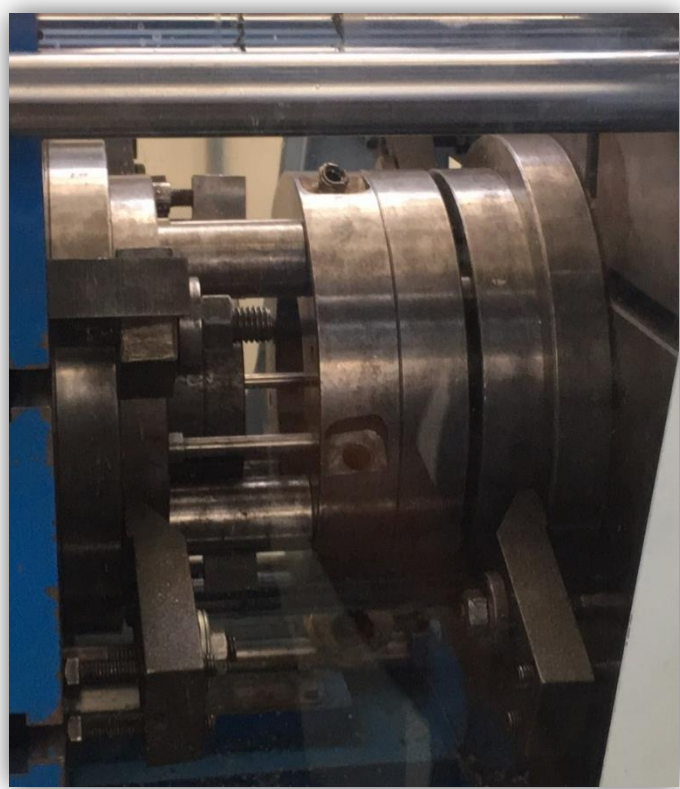
3.6 MONTAJE Y PRUEBA DE MOLDE

En esta sección se mostrará el montaje del molde en la maquina inyectora y el resultado del producto obtenido en el prosceso.



Fuente: Elaboración propia imagen de molde montado

Figura 3-26. Montaje de molde abierto en maquina



Fuente: Elaboración propia imagen en taller

Figura 3-27. Montaje de molde cerrado en maquina listo para empezar a inyectar

En la figura 3-27 Se puede apreciar el montaje del molde cerrado en la maquina inyectora, esta etapa consiste en juntar las dos de las placas cavidades a centesimas de cierra y poder tener un acoplamiento y cierre perfecto a la hora que trabaje el molde, ya que si queda con alguna apertura, el plastico se escurrirá por lugares no deseados.

En esta etapa de puesta punto se establecen todos los parametros de inyeccion, ya sea la presión de inyección, la temperatura de fusion adecuada para el material a usar, tambien se ingresa y calcular el tiempo de enfriamiento para la pieza, se prueba si corre bien o no el sistema de extracción.

Una vez ingresados todos los parametros de inyección se procede a probar las inyecciones y sacar el producto.

3.7 RESULTADOS DEL PRODUCTO

En este punto se mostrará el resultado obtenido durante el molde inyectó el tapón de pvc, dando como finalizado el proceso de fabricacion de molde y de obtencion del tapón.



Fuente: Elaboración propia imagen resultado de producción

Figura 3-28. Resultado de los productos inyectados

En la figura 3-28. se muestra una fotografia de los productos ya inyectados exitosamente durante el prosceso de inyeccion de un tapón para botellas.



Fuente elaboración propia de prueba del producto

Figura 3-29. Prueba de funcionalidad.

En las figuras 3-28 y 3-29 se puede apreciar que el producto se inyectó exitosamente y cumple con los objetivos el cual tapa la botella sin derramar su contenido incluso si se voltea el envase.

CAPITULO 4: COSTOS DEL MOLDE

4. COSTOS CREACION MOLDE

4.1 COSTO

El Costo o Coste es el gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. Dicho en otras palabras, el costo es el esfuerzo económico (el pago de salarios, la compra de materiales, la fabricación de un producto, la obtención de fondos para la financiación, la administración de la empresa, etc.) que se debe realizar para lograr un objetivo operativo.

Por ende, al momento de realizar un proyecto que tenga como objetivo la realización de un producto mediante un molde de inyección se debe tener en cuenta los diversos costos que afectaran a este tanto como la planificación, gestión y la operación del molde.

4.1.1 Costos variables

Los costos variables son aquellos que tienden a fluctuar en proporción al volumen total de la producción, cuya magnitud fluctúa en razón directa o casi directamente proporcional a los cambios registrados en los volúmenes de producción o venta.

4.1.2 Costos fijos

Los costos fijos son aquellos que en su magnitud permanecen constantes o casi constantes, independientemente de las fluctuaciones en los volúmenes de producción y/o venta. Resultan constantes dentro de un margen determinado de volúmenes de producción o venta.

4.2 COSTO EN LA FABRICACIÓN DEL MOLDE

Al momento de gestionar el proyecto se deberán tener en cuenta los determinados valores que el mercado nos entrega como son los costos del diseño, la fabricación del molde de inyección e la posterior iniciación del ciclo productivo o la venta de este.

Por consiguiente, se analizarán los costos que se utilizaran en la fabricación del molde de inyección que son:

- Costos del diseño
- Costo de material
- Costos de mecanizado

4.2.1 Costos del diseño

Los costos de diseño corresponden a la cantidad del tiempo que se requiere para la realización del diseño tanto del producto como el molde de inyección, es de importancia que se realice a las unidades de medidas programadas ya que es fundamental para la posterior etapa de fabricación.

Tabla 4-1 Costo de diseño

ITEM	CANTIDAD	VALORES (\$/h)	TOTAL (\$)	UF
COSTO DISEÑO DEL PRODUCTO	16	15.000	240.000	8,86
COSTO DISEÑO DE CAVIDADES	8	15.000	120.000	4,43
COSTO TOTAL DISEÑO			360.000	13,29

Fuente: Fabricación propia, valor UF cotizada a \$27.094,03 día 6/06/2018

4.2.2 Costos de planos

Tabla 4-2 Costo de planos

ITEM	CANTIDAD	VALORES (\$/h)	TOTAL (\$)	UF
COSTO PLOTEO A4	6	300	1.800	0,07
COSTO PLOTEO A3	1	400	400	0,01
COSTO TOTAL PLOTEO			2.200	0,08

Fuente: En base a cotizaciones comerciales, valor UF cotizada a \$27.094,03 día 6/06/2018

4.2.3 Costos materiales

El costo que involucra la fabricación del molde en su totalidad no será contemplado, ya que, como se planteó con anterioridad se utilizara un porta moldes estandarizado que abarata costos y tiempo de fabricación. Se debe considerar que se fabricaran las cavidades del molde, sus referentes núcleos y el sistema extractor de la pieza, por ende, se deben saber el costo de materiales y así aproximar los valores para una posterior ejecución del proyecto.

Tabla 4-3. Valor de materiales empleados para piezas a fabricar

PIEZA	CANT.	MATERIAL	DIMENSIONES (mm)	PESO (kg)	VALOR KILO (\$/kg)	VALOR TOTAL (\$)	UF
Cavidad	2	Duraluminio	Ø130x35	2	14.000	56.000	2,07
Placa Extractor a	2	Acero SAE 1020	Ø100X20	2	2.000	8.000	0,3
Postizo	2	Acero SAE 1020	Ø32X35	1	2.000	2.000	0,07
TOTAL						66.000	2,44

Fuente: En base a cotizaciones comerciales, valor UF cotizada a \$27.094,03 día 6/06/2018

Tabla 4-4. Valor de materiales normalizados

PIEZA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL	UF
Perno Parker M6x25	9	150	1.350	0,05
Botador 6mm	2	1.400	2.800	0,1
Botador 8mm	1	1.600	1.600	0,06
TOTAL			5.750	0,21

Fuente: En base a cotizaciones comerciales, valor UF cotizada a \$27.094,03 día 6/06/2018

4.2.4 Costo de mecanización

El costo de mecanización es realizado en base a la fabricación de los diferentes componentes ya nombrados, cabe destacar que la mecanización de estos elementos se efectúa con diferentes maquinas las cuales comprenden diferentes procesos de mecanizado. El costo respectivo se analizará en base a cada máquina a utilizar, por lo que los diferentes procesos de mecanizado serán agrupados en base a la máquina.

Tabla 4-5. Mecanizado en torno

ACTIVIDAD	CANTIDAD	HORAS MECANIZADO (h)	VALOR HORA MECANIZADO (\$/h)	VALOR TOTAL (\$)	UF
Cavidades	1	2	10.000	20.000	0,74
Placa extractora	1	2	10.000	20.000	0,74
Núcleo	2	1,5	10.000	30.000	1,11
TOTAL				70.000	2,58

Fuente: En base a cotizaciones comerciales, valor UF cotizada a \$27.094,03 día 6/06/2018

Tabla 4-6. Mecanizado en fresa

ACTIVIDAD	CANTIDAD	HORAS MECANIZADO (h)	VALOR HORA MECANIZADO (\$/h)	VALOR TOTAL (\$)	UF
Cavidad	1	0,5	10.000	5.000	0,18
Placa extractora	1	0,5	10.000	5.000	0,18
TOTAL				10.000	0,37

Fuente: En base a cotizaciones comerciales, valor UF cotizada a \$27.094,03 día 6/06/2018

Tabla 4-7. Mecánica de banco

ACTIVIDAD	CANTIDAD	HORAS MECANIZADO (h)	VALOR HORA MECANIZADO (\$/h)	VALOR TOTAL (\$)	UF
Mecánica de banco	1	5	5.000	25.000	0,92
TOTAL				25.000	0,92

Fuente: En base a cotizaciones comerciales, valor UF cotizada a \$27.094,03 día 6/06/2018

Tabla 4-8. Costos en máquina centro de mecanizados CNC

ACTIVIDAD	CANTIDAD	HORAS MECANIZADO (h)	VALOR HORA MECANIZADO (\$/h)	VALOR TOTAL (\$)	UF
Cavidad Superior	1	12	23.000	276.000	10,19
Cavidad Inferior	1	12	23.000	276.000	10,19
Núcleo	2	8	23.000	368.000	13,58
TOTAL				920.000	33,96

Fuente: En base a cotizaciones comerciales, valor UF cotizada a \$27.094,03 día 6/06/2018

4.3 **COSTO TOTAL**

El costo total para fabricación involucra el valor total de todos los elementos anteriormente revisados tanto como el diseño, los materiales y los distintos procesos de mecanizado.

Tabla 4-9. Costo total

COSTOS	VALOR (\$)	UF
Costo de diseño	360.000	13,26
Costo de planos	2.200	0,08
Costo de materiales	71.750	2,65
Costo de fabricación	1.025.000	37,83
Valor total	1.458.950	53,85

Fuente: Elaboración propia, valor UF cotizada a \$27.094,03 día 6/06/2018

4.4 **COSTOS DE PRODUCCION**

El costo de la producción compone los diferentes cálculos y costos que debemos saber para analizar la viabilidad económica de nuestro proyecto, tanto como el valor de la pieza unitaria como la del valor del material, la cantidad de material ocupado a utilizar como el número de ciclos de inyección.

4.4.1 **Costo de la pieza en base al costo de fabricación**

El costo de la pieza será contemplado según el valor de la inversión, donde este comprende el valor de la creación de la pieza unitaria en base al costo del molde. Cabe mencionar que la producción de la pieza en conjunto al material será analizada con otro calculo.

Se empleará la siguiente fórmula para estimar el costo mínimo de la pieza:

$$\text{Costo del molde/ Piezas a producir} = \text{Valor unitario}$$

Fuente: Nassir Sapag “Evaluación de proyectos”

Formula 4-1 Valor pieza

Teniendo en cuenta que se realizaran 5.000 unidades iniciales se remplaza:

$$1.458.950/5.000 = 291,79$$

La pieza tendría un valor de \$291,79 en base al costo de fabricación del molde.

4.4.2 Costo de la materia prima

Para la creación del producto se ha optado por elegir un plástico con cualidades bien específicas, en este caso el PVC flexible brinda la mejor opción calidad precio para producir la pieza indicada.

Tabla 4-10. Costo materia prima

Plástico	Valor kilogramo	Valor 25 kilogramos (compra mínima)
PVC flexible	1.800	45.000

Fuente: En base a cotización comercial

Por consiguiente, tenemos el valor de \$45.000 el saco de 25 kg, en base a esto se podrá calcular cuantas piezas podremos obtener con un kilogramo de material. Se debe tener en cuenta que el peso total del material inyectado es aproximadamente 33 gramos, teniendo en la cavidad una producción de 2 piezas junto con la mazarota.

Por ende:

$$25.000 \text{ gr} / 33 \text{ gr} = 757 \text{ Inyecciones aproximadamente}$$

Se calcula que con un saco de 25 kg podremos obtener 757 ciclos de inyección aproximadamente, por lo cual se obtendrán 757 piezas.

Para obtener unas 5.000 unidades se calculará en base a lo anterior por lo cual se aplicará una ecuación de regla de 3 para obtener los kilogramos a utilizar.

$$\frac{757 \times 25 \text{ kg}}{5.000 \times x \text{ kg}} = 165 \text{ kg}$$

Para obtener unas 5.000 unidades se deben tener por lo mínimo 165 kilogramos de material PVC flexible. En base al cálculo anterior podremos obtener el precio total del material a utilizar.

$$165\text{ kg} \times 1800 \frac{\$}{\text{kg}} = \$297.000$$

El costo total del material a ocupar para la obtención de las 5000 unidades seria \$297.000. Al obtener este valor se podrá obtener el valor unitario de la pieza en cuanto al gasto del material.

$$\frac{\$297.000}{5.000\text{ Unidades}} = \$59,4$$

El costo de cada tapón en base al material ocupado es de \$59,4

4.4.3 Costo por producción en maquina inyectora

Al requerir una producción masiva de piezas es necesario empezar un ciclo productivo a través de la maquina inyectora, la cual debe operar en el tiempo indicado sin mayores inconvenientes. Su utilización debe ser asistida por un aperador, el cual velara que el funcionamiento sea el acordado y que no hubiera un fallo en la producción.

En lo que respecta al costo del operador, el valor por hora está avaluado en \$15.000 por ende es necesario saber cuántas horas se requieren para completar el ciclo productivo y calcular las horas de trabajo con exactitud.

La siguiente formula muestra cuantas piezas se obtienen por hora:

$$\text{Ciclos por minuto} \times 60 \text{ min} \times \text{N}^\circ \text{ de horas} = \text{N}^\circ \text{ de piezas por hora}$$

Fuente: MENGIS “Inyección de plásticos Mengis MOHREN”

Fórmula 4-2. Número de piezas por hora

Remplazando formula 4-2:

$$\text{N}^\circ \text{ de piezas} = 1 \times 60 \times 1 \times 2 \text{ piezas} = 120 \text{ pieza/h}$$

Con el cálculo concretado en el resultado se nos demuestra que se obtienen unas 120 piezas por hora, por lo cual se puede calcular cuánto tiempo nos lleva realizar la producción de 5.000 piezas.

$$\frac{\frac{Piezas\ totales}{Piezas}}{h} \times 1,1 = h$$

Fuente: MENGIS “Inyección de plásticos Mengis MOHREN”

Fórmula 4-3. Valor hora máquina

Reemplazando formula 4-3:

$$\frac{5.000\ piezas}{120\ piezas/h} \times 1,1 = 45,8\ h \approx 46\ h$$

Se requieren 46 horas aproximadas para generar las 5.000 unidades que se requieren inicialmente, por consiguiente, se podrá obtener el costo de la utilización de la maquina inyectora en conjunto con el operador.

Para obtener el valor de la utilización se emplea la siguiente formula:

$$Cantidad\ de\ horas \times costo\ hora\ maquina = valor\ total$$

Fuente: MENGIS “Inyección de plásticos Mengis MOHREN”

Fórmula 4-4. Valor total máquina

Reemplazamos formula 4-4:

$$46\ h \times \$15.000\ h/\$ = \$690.000$$

Al obtener el valor se comprende que el costo de la producción de 5.000 unidades tendrá un valor de \$690.000, por lo que se puede calcular el precio de la pieza en base a lo que respecta al ciclo de producción con la siguiente formula:

$$\frac{Valor\ total}{Piezas\ totales} = Valor\ por\ pieza$$

Fuente: MENGIS “Inyección de plásticos Mengis MOHREN”

Fórmula 4-5. Valor por pieza

Reemplazando la fórmula 4-5 se obtiene:

$$\frac{690.000}{5.000} = 138 \$/h$$

Se comprende que el valor de la pieza unitaria producida es de \$138

4.4 **PRECIO DE VENTA POR PIEZA**

El precio de venta del producto es fundamental para la realización y la sustentabilidad del proyecto, ya que se requiere obtener una ganancia y recuperar la inversión que se ha realizado. En consiguiente en base a todos los costos calculados con anterioridad estos serán sumados para obtener un costo total, dichos costos son:

- Costo de fabricación del molde y sus componentes \$291,79
- Costo del material PVC flex. \$59,4
- Costo de producción en base maquina inyectora \$138

En base a la suma de los costes se obtiene que el precio del producto sea de \$489,19 por lo que para saber el precio final del producto el cual incluye la utilidad que aproximadamente es de un 15% en base al costo total debemos aplicar la siguiente formula:

$$\text{Precio de venta} = \text{Costo Total} + \text{Utilidad}$$

Fuente: MENGIS “Inyección de plásticos Mengis MOHREN”

Fórmula 4-6. Precio de venta

Al reemplazar la fórmula 4-6 se obtiene:

$$489,19 + 73,378 = 562,568$$

La utilidad obtenida es de \$73,378 en base al 15% aproximado del costo total por lo cual deja el valor de la pieza a modo de venta es de \$562,57 aproximado. Si se comercializa en Chile se debe agregar a este valor el IVA que corresponde a un 19% del coste total, por lo que el valor es de \$92,946 por lo cual el valor final al momento de comercializarse es de \$656 aproximado.

4.5 **PUNTO DE EQUILIBRIO**

El punto de equilibrio es un concepto de las finanzas que hace referencia al nivel de ventas donde los costos fijos y variables se encuentran cubiertos. Esto supone que la empresa, en su punto de equilibrio, tiene un beneficio que es igual a cero.

En el punto de equilibrio, por lo tanto, una empresa logra cubrir sus costos. Al incrementar sus ventas, logrará ubicarse por encima del punto de equilibrio y obtendrá beneficio positivo. En cambio, una caída de sus ventas desde el punto de equilibrio generará pérdidas.

El cálculo del punto de equilibrio es expresado en la siguiente formula:

$$PE \text{ unidades} = \frac{CF}{PVq - CVq}$$

Fuente: MENGIS “Inyección de plásticos Mengis MOHREN”

Formula 4-7 Punto de equilibrio

Dónde:

CF = Costos fijos

PVq = Precio de venta unitario

CVq = Costo variable unitario

Sumando los costos fijos analizados con antelación los cuales sumarian en total:

$$\$1.458.950 + \$297.000 + \$690.000 = \$2.445.950$$

Analizando que los costos fijos totales serian de \$2.445.950, además el precio de venta unitario es de \$656 y como coste variable unitario es de \$59,4.

Reemplazando la fórmula 4-7:

$$\frac{2.445.950}{656 - 59,4} \approx 4.099 \text{ piezas}$$

El punto de equilibrio es obtenido con la venta de 4.099 piezas.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

En la finalización del proyecto este cumplió con todos los objetivos estipulados como el diseño, la fabricación y la viabilidad logrando así una experiencia y un avance en el grupo de trabajo donde este se vio comprometido en generar de principio a fin la realización de un producto a modo de proyecto, cabe destacar que es posible la comercialización del producto o del proyecto en sí por lo cual pudiera entrar al mercado y proseguir con mejoras o avances ya que la principal ventaja del proyecto ha sido las diversas opciones que puede brindarse debido a las gamas de configuraciones en cuanto a su diseño que este posee.

La utilización de un porta moldes ya fabricado fue un factor de gran ayuda el cual dio oportunidad de ahorrar una gran cantidad de recursos tales como su posterior diseño y fabricación, todos estos recursos ahorrados son útiles para generar menores costos y por ende obtener mayores beneficios.

El producto como tal ha cumplido con todas las necesidades y exigencias requeridas para su uso, determinándolo confiable y de real utilidad al momento de su utilización. Este al momento de su realización presento ser un reto para el equipo de trabajo donde las mayores dificultades para su creación fueron tanto el diseño como la fabricación por ende se expresa con claridad y exactitud todos los pasos a seguir en ambos campos para una mayor comprensión de la materia tanto como la forma práctica y la teórica necesaria para la realización de este.

Es recomendable para un buen funcionamiento tanto del porta moldes como las diversas cavidades que pueden o pudieran instalarse en este es necesario realizar observaciones a modo de mantenimiento preventivo para determinar la calidad de las piezas debido a la fatiga que estas pudieran presentar. Es indispensable que ante cualquier fallo de alguna pieza esta sea remplazada o reparada con la mayor rapidez y exactitud posible debido a que un fallo en el ciclo de producción pone en riesgo la producción y ante un retraso mayor a lo previsto este pudiera comprometer todo el proyecto de comercialización del producto.

BIBLIOGRAFÍA

- (1). Dr. Ing. G Menges y Dr. Ing. Mohren, moldes para inyección de plásticos
Primera edición Barcelona 1975. Editorial Gustavo Gili SA.
- (2). Nassir Sappag Chain – Reinaldo Sapag Chain. Preparación y Evaluación de
Proyectos. Cuarta edición editorial MC Hill – Interamericana editores S.A. 2000.
- (3). ALEJANDRO MORALES GUERRA, WALDO ROBLES MATELUNA.
Diseño y construcción de un molde de inyección con postizos intercambiables.
Tesis. (Técncio en Matricería para plásticos y metáles). Viña del Mar, Chile:
UTFSM. Sede Viña del Mar, 2002.